

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Nervosvalová kontrola kolenního kloubu u mladých
hráček volejbalu

(Neuromuscular kontrol of knee by the young female volleyball players)

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Rostislav Vorálek, Ph.D.

Zpracovala

Bc. Monika Větrovcová

Praha, Duben 2007

Souhrn

Název práce:

Nervosvalová kontrola kolenního kloubu u mladých hráček volejbalu

Neuromuscular control of knee by the young female volleyball players

Cíle práce: Ověření vlivu cvičení v uzavřených kinetických řetězcích, propioceptivního tréninku na nervosvalovou stabilizaci kolenního kloubu u mladých hráček volejbalu věkové kategorie 15 – 16 let.

Metoda: Do studie bylo zařazeno 5 vrcholových hráček volejbalu. Nervosvalová kontrola kolenního kloubu při funkčním testu podřepu, doskoku na obě dolní končetiny, doskoku na odrazovou a neodrazovou dolní končetinu byla posuzována skrze detekci poloh segmentů dolní končetiny v průmětu do frontální roviny prostřednictvím digitální videokamery. Nervosvalový trénink probíhal tři měsíce, čtyřikrát týdně, po dobu cca 10 minut. Prostřednictvím tříměsíčního cvičení v uzavřených kinetických řetězcích, propioceptivního tréninku jsme se snažili dosáhnout zlepšení nervosvalové kontroly kolenního kloubu při výše zmíněných funkčních testech.

V této práci jsou použity tyto objektivizační metody: olovnice, goniometr, digitální videokamera a digitální fotoaparát.

Výsledky: Osvětlují vliv cvičení v uzavřených kinetických řetězcích, propioceptivního tréninku na nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu.

Klíčová slova: kolenní kloub, dynamické stabilizátory, statické stabilizátory, nervosvalová kontrola kolenního kloubu, „mediální kolaps“ kolenního kloubu, uzavřené kinetické řetězce, propioceptivní trénink.

Summary

Title:

Neuromuscular control of knee by the young female volleyball players

Objective: Attestation the effect of training in close kinetic chain; neuromuscular training on neuromuscular stability of knee by the 15 – 16 years old female volleyball players.

Methods: Five top young female volleyball players participated in this study. Neuromuscular control of knee was assessed through detection of place the segment of lower limb in projection to frontal plane through digital camera by function test knee bend, landing to both lower limbs and single limb landing. Neuromuscular training program consisted of four 10 – minutes training session per week for three months.

We studied during 3 month neuromuscular training on neuromuscular control of knee by function tests.

In this study was used these objective methods: plumb line , goniometer, digital camera and digital video camera.

Results: Demonstration the effect of training in close kinetic chain; neuromuscular training on neuromuscular control of knee.

Key words: knee , dynamic stabilizers, static stabilizers, neuromuscular control of knee, „ medial collapse“ of knee, close kinetic chains , neuromuscular training.

Poděkování:

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu mé diplomové práce PhDr. Rostislavu Vorálkovi, Ph.D. za propůjčení svých svěřenkyň, hráček Olympu Praha, pro realizaci výzkumné části této diplomové práce a odborné vedení. Děkuji Mgr. Michaele Prokešové za cenné odborné rady, věcné připomínky a podnětné návrhy pro zpracování této práce. Mé poděkování patří i Doc. PaedDr. Karlu Jelenovi, Csc. za praktické rady související s metodikou výzkumné části této diplomové práce. A v neposlední řadě bych chtěla poděkovat souboru probandů, kadetkám Olympu Praha, za ochotu ke spolupráci na výzkumné části.

Bez spolupráce výše jmenovaných by tato práce nevznikla.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím literatury uvedené v příloženém seznamu.

Monika Větrovcová

V Praze dne 14. dubna 2007

Bc. Monika Větrovcová

Svoluji k zapůjčení své diplomové práce ke studijním účelům.

Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatелů, kteří musejí pramen převzaté literatury řádně citovat.

Jméno a příjmení: Číslo obč. průkazu: Datum vypůjčení:

Poznámka:

Obsah:

I.	Úvod.....	13
II.	Cíle.....	16
III.	Hypotézy.....	17
IV.	Teoretická část.....	18
4.1.	Anatomie kolenního kloubu.....	19
4.1.1.	Stavba kloubu.....	19
4.2.	Biomechanika kolenního kloubu.....	21
4.2.1.	Funkce jednotlivých struktur kolenního kloubu.....	21
4.2.2.	Kinematika kolenního kloubu.....	21
4.2.3.	Vazy kolenního kloubu.....	22
4.2.4.	Napětí vazů během pohybu.....	23
4.2.5.	Femoropatelární síla.....	23
4.3.	Kineziologie kolenního kloubu	24
4.3.1.	Pohyby kolenního kloubu.....	24
4.3.2.	Svaly kolenního kloubu.....	24
4.3.2.1.	Svaly provádějící flexi kolenního kloubu.....	24
4.3.2.2.	Svaly provádějící extenzi kolenního kloubu.....	25
4.3.2.3.	Svaly provádějící zevní rotaci v kolenním kloubu.....	25
4.3.2.4.	Svaly provádějící vnitřní rotaci v kolenním kloubu.....	25
4.4.	Proces řízení.....	26
4.4.1.	Předpoklady pro řízení.....	26
4.4.2.	Proprioceptivní elementy svalu.....	26

4.4.2.1.	Svalové vřeténko.....	27
4.4.2.2.	Golgiho šlachové tělísko.....	27
4.4.2.3.	Kloubní receptory.....	28
4.4.3.	Fáze pohybu.....	29
4.4.4.	Učení nového pohybu.....	29
4.5.	Kineziologické, neurofyzilogické a biomechanické aspekty sportovní hry volejbal.....	30
4.5.1.	Úder.....	30
4.5.2.	Odraz.....	31
4.5.3.	Pád.....	32
4.6.	Funkční vztahy na dolní končetině (svalové řetězce).....	33
4.7.	Otevřené a uzavřené kinetické řetězce.....	34
4.7.1.	Otevřené kinetické řetězce.....	34
4.7.2.	Uzavřené kinetické řetězce.....	34
4.8.	Stabilita kolenního kloubu.....	35
4.8.1.	Stabilizátory kolenního kloubu.....	36
4.8.1.1.	Pasivní (statické) stabilizátory.....	36
4.8.1.2.	Dynamické stabilizátory.....	37
4.8.2.	Instability kolenního kloubu.....	39
4.8.2.1.	Instability s primární lézí kapsulárních stabilizátorů.....	39
4.8.2.2.	Izolované léze zkříženého vazů.....	40
4.8.2.3.	Chronické instability.....	40
4.8.2.4.	Skokanské koleno.....	40

4.9.	Nervosvalová stabilizace kolenního kloubu.....	41
4.9.1.	Proximální a distální části podílející se na dynamické stabilizaci kolenního kloubu.....	42
4.9.2.	Anteroposteriorní směr dynamické stabilizace kolenního kloubu.....	44
4.9.3.	Mediolaterální směr dynamické stabilizace kolenního kloubu.....	45
4.10.	Rizikové faktory zranění kolenního kloubu.....	46
4.10.1.	Faktory ovlivňující pasivní stabilitu....	47
4.10.1.1.	Q úhel.....	48
4.10.1.2.	Laxicita ligament.....	48
4.10.1.3.	Hormonální faktory ovlivňující pasivní kloubní stabilitu.....	49
4.10.2.	Faktory ovlivňující dynamickou stabilizaci.....	50
4.10.2.1.	Svalové aktivační vzorce....	50
4.10.2.2.	Svalová tuhost a síla.....	51
4.10.2.3.	Vliv únavy na dynamickou stabilizaci kolenního kloubu.....	51
4.11.	Testování dynamické stabilizace kolenního kloubu.....	52
4.11.1.	„Mediální kolaps“ kolenního kloubu....	52
4.11.2.	Hyperextenční postavení kolenního kloubu.....	52
4.11.3.	Testy dynamické stabilizace kolenního kloubu.....	53

4.12. Diferenciální diagnostika.....	54
4.13. Kinezioterapeutické možnosti ovlivnění nervosvalové stabilizace kolenního kloubu.....	56
4.13.1. Trénink dynamické stabilizace kolenního kloubu.....	56
4.13.1.1. Efekt nervosvalového tréninku.....	56
4.13.1.2. Hlavní zásady tréninku.....	57
4.13.1.3. Zásady progresu tréninku.....	57
4.13.2. CKC versus OKC v reedukaci pohybu.....	58
4.13.3. Svalová aktivita m. quadriceps femoris versus hamstringy během cvičení v OKC a CKC.....	59
4.13.4. Cvičení v otevřeném kinetickém řetězci.....	59
4.13.5. Cvičení v uzavřeném kinetickém řetězci.....	60
4.13.6. Proprioceptivní trénink.....	60
4.13.7. Taping.....	61
4.13.7.1. Imobilizační taping.....	61
4.13.7.2. Funkční taping.....	62

V. Výzkumná část – Metodika.....63

5.1. Popis výzkumného plánu.....	64
5.2. Charakteristika výzkumného souboru.....	64
5.3. Použité metody.....	65
5.4. Metodika jednotlivých užitých metod.....	65
5.4.1. Dotazník.....	65

5.4.2.	Měření olovnicí.....	66
5.4.2.1.	Měření zepředu.....	66
5.4.2.2.	Měření z boku.....	66
5.4.3.	Použití digitálního fotoaparátu.....	66
5.4.4.	Použití digitální videokamery.....	66
5.4.5.	Funkční test podřepu.....	67
5.4.6.	Funkční test doskoku.....	68
5.5.	Proprioceptivní trénink a cvičení v CKC.....	68
VI.	Výsledky.....	71
6.1.	Metodika zpracování výsledků.....	72
6.2.	Výsledky jednotlivých probandů.....	74
6.2.1.	Proband č. I.....	74
6.2.2.	Proband č. II.....	80
6.2.3.	Proband č. III.....	86
6.2.4.	Proband č. IV.....	92
6.2.5.	Proband č. V.....	98
6.3.	Souhrn výsledků.....	104
6.3.1.	Postavení dolních končetin v rovině frontální (pohled zepředu).....	104
6.3.2.	Postavení dolních končetin v rovině sagitální (pohled z boku).....	105
6.3.3.	Funkční test podřepu.....	105
6.3.4.	Funkční test doskoku na obě dolní končetiny.....	105
6.3.5.	Funkční test doskoku na odrazovou dolní končetinu.....	106
6.3.6.	Funkční test doskoku na neodrazovou dolní končetinu.....	106

6.3.7. Srovnání doskoku na odrazovou a neodrazovou dolní končetinu.....	106
--	-----

VII. Diskuze.....	107
--------------------------	------------

VIII. Závěr.....	115
-------------------------	------------

IX. Přehled literatury.....	116
------------------------------------	------------

X. Přílohy.....	119
------------------------	------------

Seznam zkratek

ABD - abdukce, abduktoři

ADD – addukce, adduktoři

CNS – centrální nervový systém

CKC – close kinetic chain, uzavřený kinetický řetězec

DK – dolní končetina, DKK dolní končetiny

LCA – přední zkřížený vaz, lig cruciatum anterius

LCL – vnější postranní vaz, lig colateralle laterale

LCM – vnitřní postranní vaz, lig colateralle mediale

LCP – zadní zkřížený vaz, lig cruciatum posterior

LDK – levá dolní končetina

OKC – open kinetic chain, otevřený kinetický řetězec

PDK – pravá dolní končetina

SMS - senzomotorická stimulace, propioceptivní trénink

VR – vnitřní rotace, vnitřní rotátoři

ZR - zevní rotace, zevní rotátoři

I. Úvod

Za téma své diplomové práce jsem si vybrala „ Nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu u mladých hráček volejbalu.“

Toto téma jsem si vybrala z důvodu toho, že sama aktivně hraji volejbal již cca 10 let a tudíž dobře znám problematiku úrazů i funkčních poruch pohybového aparátu souvisejících s tímto sportem.

Řada studií (HEWWET, 2004; WESTIN-BARBAR, 2005; WOJTYS, 1996 a další) uvádí 4 – 6 x větší incidenci vážných poranění měkkých struktur kolenního kloubu u dospívajících hráček, které provozují sporty provázené častými doskoky, pivotami, decelerací pohybu a nutností rychlé změny směru pohybu, pro které je nutná optimální pasivní a dynamická stabilizace, než u mužů stejné věkové kategorie provozujících stejné sportovní činnosti. Mezi tyto sporty se řadí i sportovní hra volejbal.

Ročně se v USA vyskytuje více než 30 000 vážných zranění měkkých struktur kolenního kloubu u dospívajících sportovkyň. Většina těchto zranění kolenního kloubu se přihodí nekontaktním mechanismem, velmi často během zatížení při doskoku.

Předcházet úrazům a přetížení měkkých tkání končetin a zároveň dosáhnout dobrých výsledků je pro sportovce vždy jedním ze základních úkolů. Počáteční určení poškození je nutné pro další terapii úrazu, neboť se stává, že s vážným úrazem sportovec pokračuje ve sportovní činnosti a svůj stav si v dlouhodobé perspektivě ještě zhoršuje. Pokud se jedná o dospělého sportovce, je rozhodnutí jen na něm samém. Ale u mladých závodníků, dorostenců a juniorů, u nichž ctižádost jejich i trenérů přesahuje soudnost, dochází často k poškozením, které se v perspektivě sportovce negativně projeví.

Druhou, stejně závažnou chybou je, když po správně léčeném úraze či přetížení sportovec začne časné s nevhodnou sportovní činností, při které nedoléčené poškození přechází do chronického stavu. Dojde k vytváření nových, často nevhodných pohybových programů v důsledku bolesti, nedostatečné kloubní pohyblivosti, svalovému zkrácení či oslabení v místě úrazu a nevhodnému timingu svalů podílejících se na pohybech daného kloubu či segmentu. Tyto negativa se projeví nejen v určitém

segmentu, ale i na pohybovém projevu celého jedince a přes svalové smyčky může dojít ke svalovému zřetězení a vzniku funkční patologie ve vzdáleném segmentu. Stejně jako zhojení kostí, je důležité zhojení vazivového aparátu jednotlivých kloubů, navození optimální nervosvalové stabilizace jednotlivých segmentů pohybového aparátu a správného timingu svalů podílejících se na pohybu daného segmentu ale i celku, neboť z toho plynoucí poruchy funkce limitují sportovce v odevzdání patřičného výkonu.

Ve své diplomové práci se budu zabývat poruchou nervosvalové kontroly kolenního kloubu při doskoku u hráček volejbalu ve věkové kategorii 15 -16 let. Tento věk je dle statistik jedním z nejproduktivnějších ve smyslu poranění měkkých struktur kolenního kloubu. Řada studií uvádí tento věk v souvislosti s neschopností měkkých tkání (vazů, svalů) adekvátně reagovat optimální statickou i dynamickou stabilizací na hormonální změny spojené s dospíváním a na rychlý růst.

Tato neadekvátní kvalita dynamické stabilizace kloubů se při doskoku projeví na jedné straně buď uzamknutím kolenního kloubu do hyperextenze, nebo na straně druhé „mediálním kolapsem“, kolenního kloubu (valgózním postavením) spojeným s vnitřní rotací a addukcí kyčelního kloubu, vnitřní rotací tibie a pronací chodidla. Tento jev vzniká v důsledku porušené koaktivace mezi svaly kolenního kloubu, ale také svaly kyčelního kloubu a mezi svaly nohy a lýtky. Dynamická stabilizace kolenního kloubu se děje při různých pohybových stereotypech ve směru anteroposteriorním, mediolaterálním, a velkou měrou se na ni podílí i postavení proximálních segmentů; kyčle, pánve a páteře i distálních segmentů; postavení chodidla.

U žen v důsledku širší pánve je větší tendence k vnitřní rotaci a addukci kyčelního kloubu s návazností na to vzniká valgózní postavení kolenního kloubu, hlezenního kloubu a pronace nohy. Tato inklinace u žen k výše zmíněnému postavení kloubů dolní končetiny souvisí s poruchou koaktivace mezi laterálními stabilizátory pánve a vnitřními rotátory a adduktory kyčelního kloubu, mezi m. quadriceps a antagonistickou skupinou hamstringů mezi mediálním a laterálním vastem m. quadriceps femoris a mezi pronátory a supinátory nohy.

Lze předpokládat, že porucha timingu těchto stabilizačně významných svalů se může za určitých patokineziologických okolností spolupodílet na nedostačující nervosvalové stabilizaci kolenního kloubu a případné progresi ireverzibilní patologie

ve struktuře kostěných, ale také měkkých částí kolenního kloubu; vazů, kloubního pouzdra a menisků.

Ve výzkumné části této práce bych chtěla detekovat výše zmíněný problém u hráček volejbalu při funkčním testu doskoku a podřepu. Následnou terapií (cvičením v uzavřených kinetických řetězcích; propioceptivním tréninkem) ovlivnit nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu a funkční poruchy pohybového aparátu, a tím změnit postavení kloubů dolní končetiny, snížit riziko úrazů dolních končetin, především distorzí hlezenních kloubů, a poškození měkkých struktur kolenního kloubu (menisků a vazů).

Na straně druhé se pokusit o vytvoření série cvičení , aplikovatelných do tréninkového procesu pro zlepšení dynamické stabilizace kolenního kloubu u mladých sportovkyň.

Výzkumný soubor bude tvořit 5 dívek, které budou v období 3 měsíců vykonávat předem stanovená cvičení v uzavřených kinetických řetězcích podílejících se na zlepšení dynamické stabilizace kloubů dolních končetin. U tohoto souboru bude před aplikovanou terapií pomocí videokamery natočen pohybový stereotyp podřepu, doskoku na obě dolní končetiny a doskoku na jejich odrazovou i neodrazovou dolní končetinu. Tyto pohybové stereotypy budou ve výsledcích porovnány s pohybovými stereotypy doskoku a podřepu natočenými po aplikované terapii.

II. Cíle

- U vybrané skupiny probandů bude posuzována nervosvalová kontrola, která by měla být podkladem pro kvalitní dynamickou stabilizaci kolenního kloubu.
- Ověření vlivu cvičení v uzavřených kinetických řetězcích; proprioceptivního tréninku na nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu.

Úkoly práce:

1. Podrobným rozbořem dostupné literatury zpracovat teoretickou část této diplomové práce.
2. Dotazníkovou metodou zjistit prodělaná zranění a přítomnost funkčních bolestivých stavů pohybového aparátu.
3. Za pomoci olovnice stanovit osové postavení dolních končetin ve frontální a sagitální rovině.
4. Zhodnotit nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu při funkčním testu podřepu a doskoku na obě dolní končetiny, na odrazovou a neodrazovou dolní končetinu.
5. Proprioceptivním tréninkem a cvičením v uzavřených kinetických řetězcích zlepšit postavení dolních končetin v rovině frontální a sagitální a zlepšit nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu při funkčních testech výše zmíněných.
6. Nalézt metody aplikovatelné do tréninkového procesu pro snížení rizika poranění měkkých tkání kolenního kloubu i jiných částí dolní končetiny.

III. Stanovené hypotézy:

- I. V návaznosti na změnu osového postavení kloubů dolních končetin v rovině frontální nebo sagitální, bude u vybraných probandů patrný „mediální kolaps“ kolenního kloubu při funkčním testu podřepu a uzamknutí kolenního kloubu do hypereztenze či „mediální kolaps“ kolenního kloubu při funkčním testu doskoku na obě dolní končetiny, na odrazovou a neodrazovou dolní končetinu.

- II. Proprioceptivním tréninkem a cvičením v uzavřených kinetických řetězcích dojde k snížení „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu při funkčním testu podřepu a hyperextenčního postavení kolenního kloubu nebo „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu při funkčním testu doskoku na obě dolní končetiny, na odrazovou a neodrazovou dolní končetinu.

IV. Teoretická část

4.1. Anatomie kolenního kloubu

Kolenní kloub je složený a největší kloub v těle. Artikulují zde tři kosti: femur, tibia a patella (DYLEVSKÝ, 2000). Lze jej rozdělit na kloub femorotibiální a femoropatelní.

4. 1. 1 Stavba kloubu: (viz obr. č. 1)

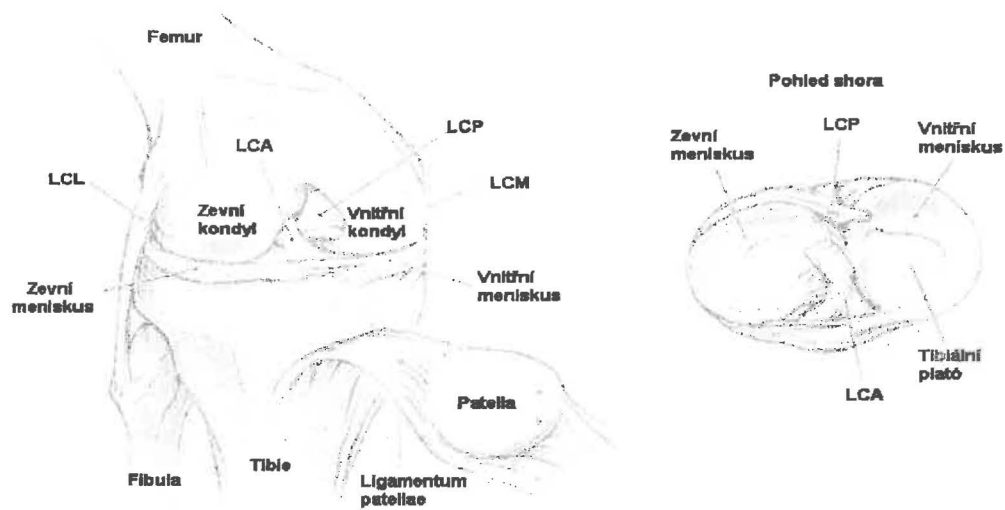
Jako *kloubní hlavice* fungují condyli femoris, které jsou v příčném i předozadním směru složitě zakřiveny. Zevní kondyl je menší, stojí téměř sagitálně a vyčnívá více dopředu, zatímco vnitřní kondyl se k němu svým předním okrajem stáčí a přibližuje.

Kloubní jamky představují facies articularis superior condylů tibie. Vzhledem k tomu, že kloubní plochy na tibií jsou téměř ploché, si kloubní plochy tvarem ani velikostí neodpovídají a femur se při pohybu dotýká tibie vždy jen na malé ploše. Inkongruenci styčných ploch obou kostí vyrovnávají a většinu kloubní plochy kloubu proto reprezentují chrupavčité menisky.

Patella je velmi dynamizujícím prvkem extenzorového aparátu kolenního kloubu. Je kladkou, na které dochází ke změně směru tahu m. quadriceps femoris. Úpon svalu bez česky, tedy probíhající přímo ze stehna na bérec, vyvine v místě úponu podstatně menší sílu než sval „podepřený a zahnutý“ kladkou patelly.

Vazy kolenního kloubu lze rozdělit do dvou skupin; vazy zkřížené a postranní. Postranní vazy zesilují kloubní pouzdro, mezi ně řadíme: lig. collaterale mediale (tibiale) a lig. collaterale laterale (fibulare). Mezi zkřížené vazy patří lig. cruciatum anterius a lig. cruciatum posterius. Oba tyto vazy jsou přibližně stejně dlouhé, ale lig. cruciatum posterius je asi o jednu třetinu silnější než lig. cruciatum anterius. Dalšími významnými vazy kolenního kloubu jsou lig. popliteum arcuatum, zesilující zadní stranu kloubního pouzdra a patřící mezi stabilizující vazy kolenního kloubu a lig. popliteum obliquum bránící uskřínutí kloubního pouzdra.

Menisky jsou lamely složené na obvodu z hustého vaziva, které přechází ve vazivovou chrupavku. Meniskus medialis je větší, poloměsíčitý a méně pohyblivý. Meniskus lateralis je téměř kruhový a značně pohyblivý. Jejich hlavní funkce je vyrovnání inkongruence styčných ploch femuru a tibie. (DYLEVSKÝ, 2000)



Zobrazení pravého kolenního kloubu. LCL - lig. collaterale laterale, LCM - lig. collaterale mediale, LCA - lig. cruciatum anterius, LCP - lig. cruciatum posterius

Obr . č. 1: Anatomie kolenního kloubu (BATES, 2002)

4.2. Biomechanika kolenního kloubu

Kolenní kloub má jako nosný kloub dolní končetiny dvě hlavní funkce:

- umožňuje potřebný rozsah pohybu mezi femurem a tibií,
- zabezpečuje optimální přenos tlakových sil, které vznikají činností svalů a hmotností těla (BARTONÍČEK, 1986).

4.2.1 Funkce jednotlivých struktur kolenního kloubu:

- *Kost a kloubní chrupavka* jsou schopny elastické deformace, která zvyšuje kloubní kongruenci, zlepšuje přenos tlakových sil v kloubu a zvyšuje jeho stabilitu.
 - *Vazy* zajišťují pasivní stabilitu kloubu.
 - *Menisky* jsou schopny větší elastické deformace než chrupavka a kost, tím vyrovnávají inkongruenci kloubu a působí jako tlumič při nárazech kloubních ploch. Dále zabraňují uskřínutí synovialis či kloubního pouzdra při pohybu.
 - *Svaly* zajišťují aktivní pohyb kloubu.
 - *Nervové receptory a vlákna* představují informační systém, který vysílá do CNS informace o poloze kloubu, napětí vazů a registruje bolestivé podněty.
- (BARTONÍČEK, 1986)

4.2.2 Kinematika kolenního kloubu

Proložíme-li středem kolenního kloubu tři základní roviny (frontální, sagitální a transverzální), protnou se ve třech přímkách označených jako X, Y a Z (viz obr. č.2), které jsou zároveň osami možných pohybů v kolenním kloubu. Kolem těchto os je teoreticky možno provést celkem šest druhů pohybu:

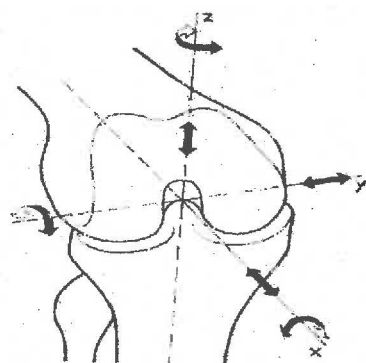
- tři rotační (rotace kolem os X, Y a Z),
- tři translační (posun podél os X, Y a Z).

V klinické praxi označujeme:

- rotační pohyb kolem osy Y jako flexi – extenzi,
- rotační pohyb kolem osy Z jako vnitřní a zevní rotaci,
- rotační pohyb kolem osy X jako abdukci – addukci,

- translační pohyb podél osy X jako přední a zadní zásuvkový příznak,
- translační pohyb podél osy Z jako kompresi a distrakci,
- translační pohyb podél osy Y není za normálních okolností možný, může k němu dojít pouze při poranění vazivového aparátu kloubu.

Aktivně prostřednictvím svalů lze provést jen flexi, extenzi, vnitřní a zevní rotaci kolenního kloubu. Ostatní pohyby jsou pouze pasivní. (BARTONÍČEK, 1986)



Obr. č. 2: Osy pohybů kolenního kloubu (BARTONÍČEK, 1986)

4.2.3. Vazy kolenního kloubu

Vazy jsou uzpůsobeny přenášení zatížení v tahu a vzhledem k jejich viskoelastickým vlastnostem se u nich projevuje zpevnění dle způsobu aplikace vnějšího zatížení. Jejich reologické vlastnosti jsou závislé na podílu základních strukturálních komponent; kolagenu a elastinu.

Mezi jejich základní funkce patří:

- vymezení konce pohybu,
- vymezení stupně volnosti kloubu,
- a jsou součástí kloubního pouzdra.

Křížové vazy kolenního kloubu (LCP, LCA) díky zvýšenému množství kolagenu mají minimální protažlivost. Uplatňují se v celém rozsahu pohybu kolenního kloubu a dělají mechanickou zarážku v hyperextenzi a hyperflexi.

Postranní vazy (LCM, LCL) obsahují oproti zkříženým vazům více elastinu, zesilují kloubní pouzdro, zabezpečují stabilitu kolenního kloubu v mediolaterálním směru.

4.2.4 Napětí vazů během pohybu:

LCA (*lig. cruciatum anterius*) je v plné extenzi napnut celý, od 15 ° flexe začíná jeho tenze klesat a dosahuje minima zhruba mezi 30 – 40 ° flexe, s další flexí začíná opět narůstat. Zevní rotaci dochází k relaxaci vazů, pouze v krajní poloze se začíná vaz trochu napínat. Vnitřní rotaci se naopak LCA silně napíná.

LCP (*lig. cruciatum posterius*) se začíná napínat jako celek zhruba při 30 ° flexe a svou tenzi si udržuje během dalších fází pohybu. Rotace nemají na LCP takový vliv jako na LCA, nicméně jeho tenze vzrůstá s vnitřní rotací bérce.

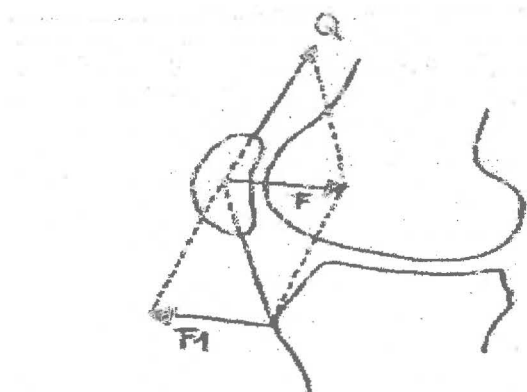
LCM (*lig. collaterale mediale*) jeho napětí jako celku se během flexe příliš nemění. V plné extenzi je napnuta hlavně dorzální část vazů, jehož tenze s postupnou flexí klesá, naopak se zvyšuje tenze přední části vazů, která je největší při 90 ° flexi. Při zevní rotaci se vaz silně napíná, vnitřní rotace má účinek mnohem menší.

LCL (*lig. collaterale laterale*) je nejvíce napnut v plné extenzi, s flexí jeho tenze klesá. Vnitřní i zevní rotace bérce napětí vazů mírně zvyšují.

(BARTONÍČEK, 1986)

4.2.5. Femoro patelární síla

Tah m. quadriceps femoris (označený jako síla *Q*) vytváří silový vektor *F*, který tlačí patellu k femuru. Současně vzniká síla *F1*, která táhne tibií dopředu (viz obr. č. 3).



Tato síla působí při nadprahové velikosti přetrhnutí LCA. Čím menší bude flexe v kolenní, tím menší bude nevíтанá síla *F1*. Ale právě v extenzi kolenního kloubu je tento mechanismus nejnebezpečnější, protože nepůsobí ochranný protitah hamstringů, které jsou synergisty LCA a korigují anteriorní posun tibie.

(BARTONÍČEK, 1986)

Obr. č. 3 Femoropatelární síla (BARTONÍČEK, 1986)

4.3. Kineziologie kolenního kloubu

Kolenní kloub umožňuje přizpůsobovat délku dolní končetiny potřebám lokomoce a umožňuje měnit vzdálenost trupu od terénu, po kterém se pohybujeme.

Kolenní kloub musí plnit dva protichůdné požadavky: umožnit stabilitu při současné mobilitě. (VÉLE, 1995)

4.3.1. Pohyby v kolenním kloubu:

- Flexe – aktivní je možná do 120°, pasivní až do 140° podle stavu m. rectus femoris a objemu stehna a lýtky. (VÉLE, 1995)
- Extenze – je vlastně výchozí nulová poloha. Za toto postavení se pohyb označuje jako hyperextenze (až do 10 °, maximálně do 15 °). (VÉLE, 1995)
- Vnitřní rotace – 17°. (DYLEVSKÝ, 2000)
- Zevní rotace – 21°. (DYLEVSKÝ, 2000)

Rotace (podél osy tibie) je nulová při extenzi a maximální při 80° flexi v kolenním kloubu.

4.3.2. Svaly kolenního kloubu

Svaly zajišťující základní pohyby kolenního kloubu můžeme rozdělit do čtyř funkčních skupin:

4.3.2.1. Svaly provádějící flexi v kolenním kloubu

Svaly hlavní:

- m. biceps femoris
- m. semitendinosus
- m. semimembranosus

Svaly pomocné:

- m. gracilis
- m. gastrocnemius
- m. sartorius
- m. popliteus

4.3.2.2. Svaly provádějící extenzi v kolenním kloubu

Hlavní svaly:

- m. quadriceps femoris
 - rectus femoris
 - vastus lateralis
 - vastus medialis
 - vastus intermedius (vastus medialis obliquus)

Svaly pomocné:

- m. tenzor fascie latae
- a m. gluteus maximus tahem za tractus iliotibialis

(DYLEVSKÝ, 2000, ČIHÁK, 2001)

4.3.2.3. Svaly provádějící zevní rotaci v kolenním kloubu (jen ve flexi)

Hlavní svaly:

- m. biceps femoris
- m. tensor fasciae latae (DYLEVSKÝ, 2000, ČIHÁK, 2001)

Pomocné svaly:

- m. sartorius (VÉLE, 1995)

4.3.2.4. Svaly provádějící vnitřní rotaci v kolenním kloubu (jen ve flexi)

Hlavní svaly:

- m. popliteus (VÉLE, 1995)
- m. semitendinosus (ČIHÁK, 2001)
- m. semimembranosus (ČIHÁK, 2001)

Pomocné svaly:

- m. semitendinosus (VÉLE, 1995)
- m. semimembranosus (VÉLE, 1995)
- m. gracilis (ČIHÁK 2001, VÉLE, 1995)
- m. sartorius (ČIHÁK, 2001)

4.4. Proces řízení

4.4.1. Předpoklady pro řízení

Základním předpokladem procesu řízení je existence vztahu dvou objektů, tj. objektu, který je řízen, a subjektu, který objekt řídí. V našem případě řízení motoriky je centrální nervová soustava (CNS) subjektem, mechanismem, kterým se příkazy přenášejí, jsou periferní nervy a výkonným řízeným orgánem (objektem) jsou svaly pohybujiící kostrou. Dalším důležitým předpokladem pro řízení je tok informací oběma směry od řídícího (CNS) k řízenému (svaly) a naopak. To se uskutečňuje prostřednictvím zpětné vazby. Dalším důležitým faktorem je míra zkreslení zprávy při přenosu, proto musí být zpráva redundantní tj. obsahovat více informací, aby při ztrátě některých informací během přenosu neztratila smysl. Další možností zachování informace je přenos více cestami, tj. počet senzitivních drah převyšuje počet drah motorických. Je také bezpodmínečně nutná průběžná kontrola procesu řízení, aby řízení dosáhlo svého cíle. Pro uskutečnění úspěšného procesu řízení musí mít řídící objekt možnost porovnat pohybový záměr se skutečně probíhajícím pohybem a v případě odchylky určit její rozsah a zajistit potřebnou korekci tak, aby byla dosažena shoda s původním záměrem. Řídící funkce CNS provádí průběžně korekci pohybu, která se uskutečňuje cyklicky. Čím je pohyb pomalejší, tím je počet těchto korektivních cyklů větší, a tím je pohyb přesnější. (VÉLE,1997, 2003)

4.4.2. Proprioceptivní elementy svalu

Propriocepcí označujeme afferenci ze svalových receptorů, kterou si přímo neuvědomujeme, protože její informace nemá sémantický obsah. Mezi svalové receptory řadíme svalové vřeténko, Golgiho šlachové tělísko a kloubní receptory mající taktéž vliv na funkci svalu. Periferní receptory mají velmi důležitou schopnost predikce, která umožňuje včasnou a průběžnou korekci prováděného pohybu. (VÉLE, 1997)

4.4.2.1 Svalové vřeténko

Je hlavním propioceptivním orgánem svalu. Z funkčního hlediska můžeme rozdělit vřeténka na tonická a fázická (statická a dynamická).

Svalové vřeténko je receptor schopný nastavení na určitou úroveň citlivosti. V podstatě jím rozumíme upravené svalové vlákno, které vazivově souvisí s normálními kontraktilními svalovými extrafuzálními vlákny (okolní svalová vlákna mimo oblast vřeténka), jež jsou inervována spouštěcím motorickým systémem alfa. Svalové vřeténko má dva kontraktilní póly, které jsou odděleny uprostřed receptorem reagujícím na změny napětí svalu, které provází změnu jeho délky; má funkci metru. Kontraktilní póly vřeténka složené z tzv. intrafuzálních kontraktilních vláken jsou inervovány motorickými vlákny nastavovacího systému gama řízeného z formatio reticularis. Tato intrafuzální vlákna vytváří tah působící na středový receptor, a tím ho dráždí ke vzniku vzruchů. Tato vzruchová aktivita středového orgánu vřeténka vstupuje zadním kořenem do interneuronové míšní sítě a ascendentně postupuje do retikulární formace a mozečkových jader.

Svalové vřeténko sleduje délku svého svalu, protože vazivově souvisí s kontraktilními extrafuzálními vlákny a stimuluje se jejich protahováním. Protažení svalu vede k podráždění vřetének, což vede k snížení prahu dráždivosti v předním rohu míšním, působícím jako facilitace k pohybu. Podrážděním kontraktilních pólů vřeténka z retikulární formace systémem γ vláken lze dráždit středový orgán vřeténka nezávisle na jeho délce, a tím přednastavovat práh dráždivosti motoneuronů v jakékoliv poloze svalu. Vřeténko podává informace nejen o změně délce svalu (statické informace), ale i o rychlosti s kterou se délka svalu mění (dynamické informace). (VÉLE, 1997)

4.4.2.2 Golgiho šlachové tělísko

Tento receptor je rovněž aktivován protažením šlachy, ale napětí na šlaše musí být podstatně vyšší, než je nutné k podráždění svalového vřeténka. Jeho práh dráždivosti je vyšší a nelze ho dopředu měnit jako u vřeténka. Golgiho šlachové tělísko vlastní sval inhibuje a jeho antagonistu facilituje. Druhostranného agonistu facilituje a antagonistu inhibuje. Působí tedy proti funkci svalového vřeténka, jako pojistka nedovolující překročit určitou mez svalové aktivace, která by mohla systém poškodit. (VÉLE, 1997)

4.4.2.3. Kloubní receptory

Můžeme rozdělit na receptory s pomalou a rychlou adaptací.

Reagují na napětí v kloubním pouzdru, které vzniká napínáním pouzdra na konvexní straně a řasením pouzdra na straně konkávní. Na natažené straně je četnost výbojů vysoká pro iritaci natažením, na opačné straně je nízká.

Receptory s pomalou adaptací signalizují průběžnou i okamžitou polohu kloubních segmentů, fungují jako elektrický goniometr (podávají statické informace). Na základě impulzů z těchto receptorů mozek vyhodnotí úhel postavení kloubu

Receptory on – off , s rychlou adaptací, reagují jen na začátku a konci změny rychlosti pohybu a podávají akcelerometrické informace, tj. ukazují rychlost s jakou se postavení kloubu mění; mají funkci tachometru. Na základě informací z těchto receptorů ví CNS jak se daný segment pohybuje a kdy v určité pozici bude.

(VÉLE, 1997; 2003)

Propriocepce a s ní spojený nervosvalový zpětnovazebný mechanismus (feedback) poskytuje důležitou složku pro organizaci a udržování funkční stability kloubů. Nervosvalová kontrola a kloubní stabilita je zprostředkována primárně centrálním nervovým systémem. Multisíťové senzorické vstupy, vznikající v somatoreceptorech, v oku a vestibulárním systému jsou přijímány a zpracovány mozkem a míchou. Všechny shromážděné a zpracované výsledky informací informují o pozici a pohybu kloubu, kloubní stabilizaci, udržování postury a rovnováhy. (LEPHART, 1998)

Všechny proprioceptivní údaje svalových, šlachových nebo kloubních receptorů jsou součástí zpětnovazebních informací (feed – back) o průběžném stavu pohybového segmentu, které jsou nutné pro řízení koordinovaného pohybu. Současně slouží i k přednastavení dráždivosti (feed – forward). (VÉLE, 1997)

Nervosvalová kontrola je výslovně zodpovědná za dynamický článek, který napomáhá udržování kloubní stability skrz aferentní informace a eferentní motorickou odezvu. (WIKSTROM, 2006)

Mezi stavem měkkých tkání kloubů dolní končetiny a propriocepcí je obousměrný těsný vztah. Každé narušení měkkých struktur se okamžitě projeví v poruše propriocepce a ta dále zhoršuje kontrolu dynamické stabilizace kloubu. (MAYER, 2004)

4.4.3. Fáze pohybu

Každý pohyb se skládá ze dvou fází:

- fáze přípravy
- a fáze spuštění pohybu.

Ve fázi přípravy dochází díky retikulární formaci k přednastavení dráždivosti motoneuronů (přes gama vlákna, která dráždí středový orgán vřetenka nezávisle na jeho délce). Limbický systém určí zaujmutí výchozího stanoviska k pohybu (zda k pohybu dojde či ne) a bazální ganglia zvolí nastavení výchozí polohy a pohybový program, který budu provádět. Informaci o pohybovém programu vyšlou k buňkám mozkové kůry. Mozková kůra prostřednictvím efferentních drah vyšle signály k míšním motoneuronům a odtud se aktivita sestupnými dráhami (skrze periferní nervový systém) dostane k žádaným svalům, čímž dojde k spuštění daného pohybu. (VÉLE, 2003)

4.4.4. Učení nového pohybu

Pro naučení se nového pohybového programu je zapotřebí provádět pohyb pomalu, aby byla možná co nejlepší korekce prostřednictvím mozečku. Dále je nutné aktivovat limbický systém, který zprostředkovává fixaci v paměti. A v neposlední řadě je třeba neustálé opakování nově naučeného pohybového programu, aby nabyl priority před jinými pohybovými programy.

4.5. Kineziologické, neurofyziologické a biomechanické aspekty sportovní hry volejbal

Sportovní hra volejbal vyžaduje velmi přesný proces řízení a zpracování vstupních (aferentních) informací z periferních receptorů, oka a vestibulárního aparátu. Před každým odbitím míče musí hráč odhadnout, kam míč letí a jakou rychlostí. Zaujmout na základě toho nejvhodnější polohu pro odbití a přesně zasáhnout míč jednou či oběma rukama často i za pohybu (např. ve výskoku, vybírání míče v pádu atd.). Aby odbití bylo účinné a účelné, je zde kladen velký nárok na správnou koordinaci pohybů a obratnost. Tyto pohyby jsou plně vědomé a vyžadují plánované volní rozhodování na základě získaných zkušeností, označujeme je také jako ideomotorické. Motorem naší pohybové činnosti je motivace (funkcí limbického systému), ta může být instinktivní (podvědomá) anebo volní (vědomá), ale vždy je účelově řízená.

4.5.1. Úder

Úder je typickým použitím síly rázovým mechanismem. Je to krátkodobý intenzivní silový dopad (impakt) na objekt. Objekt může být buď stacionární nebo se může pohybovat. (VÉLE, 2004) K úderu do míče (odbití) dochází ve volejbale při herních činnostech jednotlivce, které mají útočný charakter (útoku, podání). Při těchto herních činnostech jednotlivce musí pohyb vycházet ze stabilizované baze a musí být proveden rychle a velkou silou. Účinek úderu závisí nejen na síle svalů končetin provádějící pohyb, ale i na kvalitě stabilizované polohy. K vedení pohybu při úderu na pohybující se objekt je nutná schopnost odhadu směru a intenzity pohybu, vyžadující nejen optickou kontrolu, ale i řídící a analyzující funkci CNS. Protože jde o velmi rychlý pohyb spouštěný jako určitý pohybový vzor, je jeho průběžné řízení již nemožné a jeho provedení závisí na použití programu, který je dopředu vybrán. Úspěšný hráč musí mít velkou zásobu hotových pohybových vzorů získaných cvičením, které musí velmi rychle vybrat bez možnosti korekce. (VÉLE, 2004)

4.5.2. Odraz

Změnit směr pohybu objektu, ve volejbale míče, je možno odrazem od pevně stojící osoby nebo od osoby při pohybu, kde musí být dosaženo celkové stabilizace těla. Tato osoba nemusí vyvíjet sílu cílenou určitým směrem, ale musí zajistit stabilizaci polohy těla při odrazu, aby se mohla nastavit vhodná odrazová plocha, která dodá předmětu požadovaný směr a rotaci, dle dané situace. Někdy je dokonce nutné u sportu snížit kinetickou energii objektu pružným přibrzděním při odrazu. Ve volejbale je tomu zapotřebí při ztlumení velmi rychle letícího míče odbitím obouruč spodem při obraně proti soupeřově útoku, nebo ztlumení kinetické energie při odbití obouruč vrchem, při nahrávce, či při obranně - útočné herní činnosti jednotlivce. Při zachycení blízkého se předmětu, míče, je nutné zpomalit rychlost pohybu, prodloužit deceleraci a absorbovat kinetickou energii produkcí reaktivní práce. V míčové hře volejbal je nutné tohoto využít při každém odbití míče ať už obouruč spodem či vrchem. Tím se zabrání jednak poškození jednak se lépe daří udržet rovnováhu a dostat pohyb předmětu pod kontrolu.

Tento způsob změny kinetické energie vyžaduje sledování tělesa, odhad jeho dráhy a nastavení vhodné odrazové plochy a stabilní polohy těla podle záměru, který změnou směru kinetické energie hráč sleduje, popřípadě provést vhodný brzdící manévry. I cílený odraz vyžaduje účast řídícího procesu CNS. (VÉLE, 2004)

Zachycení velmi rychlého míče při extendované paži, jako je tomu například při obranně- útočné herní činnosti jednotlivce (bloku) nebo při odbití obouruč vrchem, může způsobit poranění ramenního kloubu, loketního kloubu, ale i prstů. Je proto nutno v okamžiku kontaktu provést mírnou semiflexi a zvolit takové postavení ramene, lokte a zápěstí, ale i celého těla, aby končetiny mohly pružit a aby bylo možno snížit kinetickou energii. Při odbití obouruč spodem je to ustoupením těla dozadu při dobré stabilizaci postoje, který je nutno dopředu nastavit a udržet. Přitom je třeba rozšířit opěrnou bázi ve směru přicházejícího míče, aby bylo možno přesunout zátěž z přední končetiny na zadní, a tak tlumit kinetickou energii objektu celým tělem.

Jestliže je třeba míč ovládnout je třeba sledovat jeho dráhu zrakem a dopředu připravit vhodnou polohu a způsob decelerace, aby bylo možno míči udělit vhodnou rychlost a směr pohybu dle potřeby. Je k tomu zapotřebí sledovat pohyb míče zrakem a dokonalé kontroly rukou. Tato schopnost, o níž mluvíme jako o obratnosti, je do jisté

míry vrozená. Obratnost je možno získat, ale jenom tím, že se hráč naučí řadu různých způsobů ovládání míče získanou trvalým cvičením, které vede k vytvoření zásoby pohybových programů. (VÉLE, 2004)

4.5.3. Pád

Při pádu na palubovku závisí výsledný efekt na rychlosti a době decelerace, na velikosti a elastických vlastnostech plochy dopadu. Čím kratší je decelerace (čím rychlejší je dopad), tím je větší účinek kinetické energie, která se přemění v reaktivní sílu působící tlakem na styčnou plochu. (VÉLE, 2004)

Ve volejbale se setkáváme s pádem při každém doskoku hráče ať už z herní činnosti útočného (útoku, podání), útočně - obranného (bloku) nebo obranného charakteru; vybírání míče při obranném zákroku v poli.

Deceleraci je možné prodloužit na straně subjektu tím, že dopad odpruží elastickou funkcí končetin, které dokáží absorbovat určité množství kinetické energie vytvořením reaktivní práce. Deceleraci lze prodloužit i tím, že se část energie akumuluje v místě dopadu, je – li dopadová plocha elastická a schopná absorbovat náraz a prodloužit deceleraci. Aby byl důsledek pádu co nejmenší je třeba dosáhnout odpružení pádu funkcí končetin, tak aby nedošlo k tvrdému dopadu na malou plochu (např. na paty) s extendovanými končetinami. Pohybové mechanismy při pádu musí být programově nacvičeny tak, aby se staly automatickým rutinním programem předcházejícím poranění při sportu. Je nutno instinktivně zvolit naučený program, který proběhne automaticky. Při pádu je nutná semiflexe končetin, aby došlo k absorbování energie, a tím dosáhnutí decelerace pohybu. (VÉLE, 2004)

Dle Hewweta (2002, 2005) reagují ženy na dopad (doskok) uzamčením kolenního kloubu do hyperextenze díky zvýšené aktivitě m. quadriceps femoris, což z výše uvedených řádek vede k zkrácení doby decelerace a zvýšení účinku působící kinetické energie, a tedy zvýšení rizika vzniku úrazů.

Sportovní hry zlepšují výrazně pohybovou koordinaci a prostorovou orientaci, ale přestože jsou rychlé neumožňují vědomé řízení pohybu s využitím tělového schématu. Ve vhodné chvíli se vybere automaticky vhodná sekvence pohybů pro danou situaci nejvýhodnější. (VÉLE, 2004)

4.6. Funkční vztahy na dolní končetině (svalové řetězce)

Svaly vytváří svalové řetězce; pod tímto pojmem rozumíme dva nebo více svalů, funkčně vzájemně svázaných, které spojují dva pevné segmenty, mezi které je včleněn pohybový segment, jehož úloha se činností svalů mění. Takovými řetězci se tvoří uzavřené funkční smyčky. Svaly ve smyčce mohou na pohyblivý segment působit jak v jednom směru, tak i v protichůdném směru, nebo v obou směrech současně, takže fungují jako otěže, mezi kterými je pohyblivý segment mezi svaly řetězce „ dynamicky“ zavěšen tak, že ho lze jak fixovat , tak jím cíleně pohybovat. (VÉLE, 2004)

Svaly ve funkčním řetězci mohou pracovat jako synergisté v koaktivaci a nebo jako antagonisté v reciproční inhibici. Jinou možností je postupné (sekvenční zapojování) jednotlivých článků funkčního řetězce, které probíhá podle stanoveného časového rozvrhu (timingu), řízeného programově a korigovaného proprioceptivní zpětnou vazbou. (VÉLE, 2004)

Pod pojmem svalová koaktivace rozumíme současnou aktivitu agonisty a antagonisty, kterou spouští i překvapivě malý podnět. Jejím mechanickým efektem je udělat kloub tuhým a odolnějším vůči poškození. Nedostatečná funkce koaktivace se projeví poruchou svalové koordinace, což je zapříčiněno svalovým oslabením či poruchou motoriky.

Z výše uvedeného vyplývá, že chybné postavení jednoho segmentu ať již fixačního (pevného) či pohyblivého vede k změně nastavení i ostatních segmentů s ním funkčně svázaných. Jelikož svalové smyčky spojují prakticky jeden konec těla člověka s druhým, tedy hlavu s nohou, má změna nastavení jednoho segmentu dopad na změnu nastavení segmentů celého těla. Trvá li toto nastavení po delší dobu třeba v důsledku úrazu fixuje se jako pohybový program, který nahradí fyziologický program. Je zřejmé, najdeme – li toto nastavení již při statické poloze, při pohybu se tato patologie ještě zvýrazní.

4.7. Otevřené a uzavřené kinetické řetězce

Zmínka o kinetických řetězcích se poprvé objevuje u Steindlera v padesátých letech 20. století.

Ten také rozlišil řetězce na:

- otevřené (open kinetic chains, OKC)
- a uzavřené (closed kinetic chains , CKC).

4.7.1. Otevřený kinetický řetězec:

Za otevřený kinetický řetězec (dále jen OKC) je považován ten, který má jeden konec, označovaný jako distální (ve smyslu terminální) volný, a druhý, proximální je pevně fixován (DVOŘÁK, 2005 ¹). Otevřený kinetický řetězec je takový, kde je možné změnit postavení v jednom kloubu (a nemusí to být kloub distální) beze změny postavení v ostatních. (VAŘEKA IN DVOŘÁK, 2005 ¹)

OKC představuje takový řetězec, kde se terminální článek setká s tak malým odporem, že to má na ostatní segmenty zanedbatelný, přestože existující vliv a tyto segmenty tak svou konfiguraci změní nepodstatně, minimálně nebo vůbec. Je – li odpor kladený koncovému článku tak velký, že je jeho pohyb již spojen se souhybem dalších článků, řetězec se začíná uzavírat. Může se stát, že velikost odporu na tomto konci řetězce překročí velikost síly, která fixuje opačný konec řetězce a dochází ke zvratu punctum fixum a punctum mobile celého řetězce – síly, které měly pohybovat terminálním segmentem místo toho pohnou do té doby fixovaným proximálním segmentem. (DVOŘÁK, 2005 ¹)

4.7.2. Uzavřený kinetický řetězec

Uzavřený kinetický řetězec má fixovány oba konce, proximální i distální. V uzavřeném kinetickém řetězci je změna postavení v jednom kloubu možná pouze za současné změny postavení v dalším/ dalších kloubech. (VAŘEKA IN DVOŘÁK, 2005 ¹)

Pozn. ¹ DVOŘÁK, R.: Některé teoretické poznámky k problematice otevřených a uzavřených biomechanických řetězců. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství*, 1, 2005, s. 12 – 17.

4.8. Stabilita kolenního kloubu

Stabilita je aktivní proces udržování dynamické rovnováhy. Tento proces má charakter brzdy snažící se zabránit změně polohy a prostřednictvím negativní zpětné vazby zmenšuje výchylky a vyvolává stabilitu. Je to účelově řízený pohyb vyžadující schopnost průběžně nastavitelného rozsahu pohyblivosti segmentů nebo jejich částí dle aktuální potřeby. (VÉLE, 1997) Stabilitu kloubu zajišťuje tvar kloubních ploch femuru a tibie spolu se statickými a dynamickými stabilizátory. Na souhře těchto faktorů závisí stabilita kloubu v různých situacích.

Základní postavení kolenního kloubu je plná extenze, v této poloze je nejvyšší statická stabilita; koleno je „uzamčeno“. S postupující flexí se statická stabilita snižuje a začíná se uplatňovat stabilita dynamická, která umožňuje větší celkovou reaktivitu. Při plné extenzi je napnuta většina statických stabilizátorů, tj. oba zkřížené i oba postranní vazy a kloubní pouzdro, napnuty jsou také stabilizátory dynamické. Femur, menisky a tibie pevně vzájemně naléhají. Rozsah této extenze je limitován vazem ligg. cruciatum anterius, ale i částí fascia lata a ligg. colateralia.

Koleno je uzamčeno v hyperextenzi, která může být udržována aktivně funkcí extenzorů kolene a tractus iliotibialis. Síla m. quadriceps femoris zajišťuje stabilitu kolene nutnou pro vzpřímené držení. Při nezátíženém pohodlném stoji se stabilizační funkce m. quadriceps femoris téměř vůbec nepoužívá, takže patella je volně pohyblivá. Udržování stability přímého stoje je záležitostí distálnějších svalů. Aktivita m. quadriceps femoris stoupá teprve při posturální nejistotě a nebo tam, kde je potřeba vyvinout stav připravenosti k rychlé změně polohy. (VÉLE, 1995)

Odemknutí kolene je vyvoláno malou rotací (při volné noze se tibie otáčí dovnitř, při fixované noze femur zevně), při které se uvolňují postranní vazy a lig. cruciatum anterius. Odemknutí kolene je podmínkou provádění flexe kolenního kloubu. (DYLEVSKÝ, 2000)

K odemknutí kolene je zapotřebí funkce m. popliteus. (VÉLE, 1995)

4.8.1. Stabilizátory kolenního kloubu

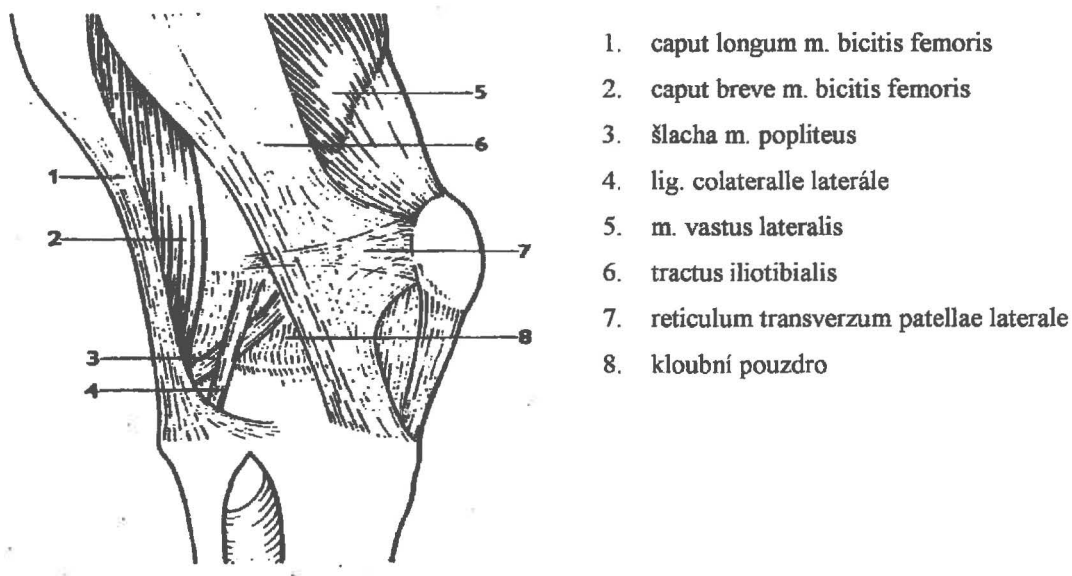
Stabilizátory kolenního kloubu lze dělit ze dvou hledisek. Z funkčního hlediska rozeznáváme stabilizátory statické (pasivní); hlavně vazy a menisky a dynamické (aktivní); svaly. Z topografického hlediska rozeznáváme stabilizátory kapsulární a intraartikulární.

4.8.1.1. Statické (pasivní) stabilizátory (vazy a menisky)

- *Centrální stabilizátory:*
 - přední zkřížený vaz (LCA) – omezuje posun bérce dopředu a zabezpečuje vnitřní rotaci bérce. Je nejvíce zatížen při vnitřní rotaci bérce, zvláště je-li koleno v hyperextenzi.
 - zadní zkřížený vaz (LCP) – brání posunu bérce vzad a omezuje zevní rotaci.
- *Mediální stabilizátory:* (viz obr. č. 5)
 - mediální postranní vaz
 - kloubní pouzdro zesílené úponem m. semimembranosus, pes anserinus a začátkem mediální hlavy m. gastrocnemius
 - lig. popliteum obliquum
 - mediální meniskus
- *Laterální stabilizátory:* (viz obr. č. 4)
 - laterální postranní vaz,
 - laterální meniskus,
 - laterální část kloubního pouzdra zesílená úponem m. biceps femoris a laterální hlavou m. gastrocnemius
 - ligamentum popliteum arcuatum
 - iliotibiální trakt.

Tyto struktury se podílejí na stabilizaci kolene, aniž by je musel ovládat některý sval. Tahem svalů jsou např. mediální postranní vaz a různé části kloubního pouzdra napínány. Jejich stabilizační funkce však spočívá v jejich mechanické pevnosti. Hlavními stabilizačními strukturami v předozadním směru (v sagitální rovině) jsou oba zkřížené vazy.

V rovině frontální (brání rozvětvení kloubní štěrbiny) jsou hlavními stabilizačními strukturami na mediální straně mediální postranní vaz a na laterální straně iliotibiální trakt a m. popliteus. (BARTONÍČEK, 1986)



Obr. č. 4: Laterální stabilizátory kolenního kloubu (DITMAR, 1992)

4.8.1.2. Dynamické stabilizátory

▪ *Extenzní aparát*

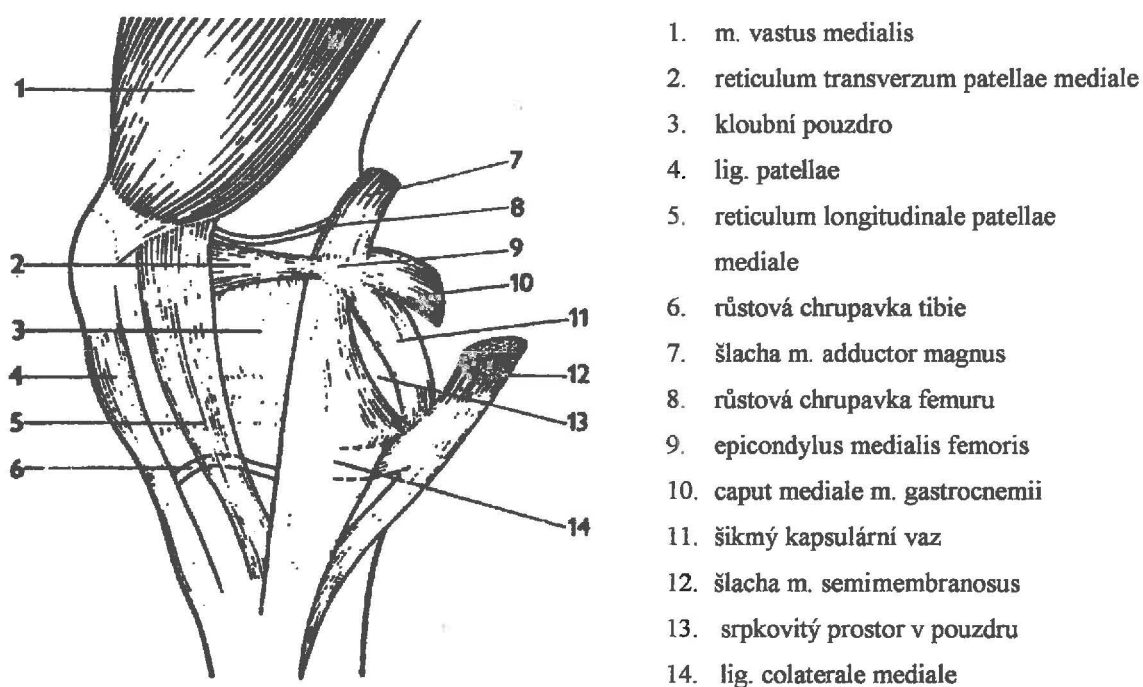
- m. quadriceps femoris
- patela
- lig. patellae

Uspořádání extenzního aparátu má značný význam nejen pro stabilitu pately, ale i pro biomechaniku femoropatelárního skloubení. M. quadriceps femoris je hlavním dynamickým stabilizátorem pately; především m. vastus medialis a hlavně jeho distální část m. vastus medialis obliquus.

▪ *Mediální stabilizátory: (viz obr. č. 5)*

- svaly upínající se do pes anserinus: m. sartorius, m. gracilis a m. semitendinosus, m. semimembranosus
- m. vastus medialis
- caput mediale m. gastrocnemius.

- Laterální stabilizátory: (viz obr. č. 4)
 - m. biceps femoris,
 - m. vastus lateralis
 - caput laterale m. gastrocnemius,
 - m. popliteus,
 - částečně iliotibiální trakt (je to jen podmíněně dynamická struktura, napínaná prostřednictvím m. tensor fasciae latae: částečně se totiž upíná i na laterální kondyl femuru a proto je dynamické působení na laterální straně kloubu sporné).
- (BARTONÍČEK, 1986)



Obr. č. 5. Mediální stabilizátory kolenního kloubu (DITMAR, 1992)

Dynamické stabilizátory jsou ovlivňovány svalovým tonem a na svalovém tonu závisí jejich stabilizační efekt.

Stabilita kolenního kloubu je zajištěna souhrou statických a dynamických stabilizátorů. Pokud souhra selže, jsou statické stabilizátory vystaveny přílišnému stresu a mohou být poraněny.

4.8.2. Instability kolenního kloubu

V současné době existuje několik klasifikací instabilit kolenního kloubu, které jsou většinou zaměřeny na instability chronické. Většinu akutních poranění vazivového aparátu kolenního kloubu můžeme rozdělit do dvou velkých skupin.

4.8.2.1. Instability s primární lézí kapsulárních stabilizátorů

Při úrazu jsou nejprve poškozeny kapsulární stabilizátory, a teprve při určitém rozsahu jejich poškození může v další fázi poranění dojít k poranění zkřížených vazů.

- ❖ *Mediální instability* – tvoří 90% všech poranění, dělí se na tři stupně. U 1. stupně dochází k poškození mediálních kapsulárních struktur, je roztržen vnitřní postranní vaz včetně kloubního pouzdra. 2. stupeň vzniká vlivem dalšího násilí, kdy dochází k poškození jednoho ze zkřížených vazů. 3. stupeň vzniká působením velkého přímého násilí na extendovaný kloub ze zevní strany. Dochází k roztržení všech mediálních kapsulárních stabilizátorů, roztrženy jsou oba zkřížené vazy a může dojít i k rozdrcení laterálního menisku. (BARTONÍČEK, 1986; DITMAR, 1992)
- ❖ *Laterální instability* jejichž příčinou je násilná abdukce sdružená se zevní či vnitřní rotací bérce a přímé mediální násilí. U 1. stupně jsou poškozeny kapsulární struktury, může dojít k roztržení zevního postranního vazů s pouzdem kloubním a zevním meniskem. Může být poškozena i šlacha m. popliteus. U 2. stupně vzniká anterolaterální instabilita následkem poškození kapsulárních struktur, postranního vazů, předního zkříženého vazů a zevního menisku. Může být poškozen tractus iliotibialis a m. biceps femoris. 3. stupeň vzniká působením přímého násilí na vnitřní stranu kolenního kloubu v plné extenzi. Zde jsou poškozeny oba zkřížené vazy a caput laterale m. gastrocnemii. Kromě zevního menisku může být poškozen i meniskus vnitřní. (BARTONÍČEK, 1986; DITMAR, 1992)
- ❖ *Hyperextenzní instability* patří mezi nejzávažnější, odpovídají svým mechanismem i rozsahem škod 3. stupni mediální či laterální instability.

4.8.2.2. Izolované léze zkříženého vazů:

V této skupině dochází nejdříve k poškození zkřížených vazů.

- ❖ *Izolované léze předního zkříženého vazů* vznikají nepřímým mechanismem, násilnou vnitřní rotací bérce během terminální fáze extenze kloubu. Kromě poškození předního zkříženého vazů vzniká dispenze dorzální části pouzdra a může dojít k odtržení obou menisků v oblasti zadních rohů.
- ❖ *Izolované léze zadního zkříženého vazů* vznikají působením přímého násilí na přední plochu kloubu ve flexi. Dochází k poranění zadního zkříženého vazů, dorzální části pouzdra včetně m. popliteus.

4.8.2.3. Chronické instability

U chronických instabilit jsou v popředí subjektivní pocity pacienta, pocity nestability, blokády a nálezy výpotku.

Chronická instabilita kloubní se projevuje dvojím způsobem:

- ❖ „Giving way“ fenoménem, což je náhlé podklesnutí kolenního kloubu i při chůzi, typické pro komplexní chronickou lézi LCA.
- ❖ Pocitem nejistoty kloubu při zvýšené zátěži (prudká změna směru, chůze po nerovném terénu). (BARTONÍČEK, 1986; DITMAR, 1992)

4.8.2.4 Skokanské koleno

Skokanským kolenem nazýváme klinický syndrom, který je dosti frekventovaný ve sportovních odvětvích zatěžujících extenzory kolene (basketbal, volejbal, skok vysoký). Skokanské koleno je způsobeno neustálým přetěžováním úponu šlachy m. quadriceps femoris při výskocích a dopadech, špatným rozcvičováním a v počáteční fázích syndromu potlačováním bolesti nebo také špatnou technikou skoků. Postupně dochází k mikrotraumatům v oblasti šlachy, které se zacelují a v jizvičkách se usazuje vápník, což vede ke kalcifikaci a degeneraci šlachy. Šlacha ztrácí svoji přirozenou pružnost a je náchylnější ke zraněním. Takto degenerovaná šlacha způsobuje častou subluxaci patelly, což vede k opotřebení chrupavek a zapříčiňuje bolest. Příznakem skokanského kolene je prakticky jenom bolest vyvolaná lokálním tlakem nebo aktivní extenzí kolene proti odporu. (FERRETTI, 1994)

4.9. Nervosvalová stabilizace kolenního kloubu

Studiem nervosvalové stabilizace kolenního kloubu u sportovců se zabývali ve svých studiích Hewwet, Schultz a Westin – Barber.

- ❖ Shultz, S. (2001) zkoumala odlišnost ve svalových aktivačních časech a aktivačních vzorcích na dolní končetině během zatížení. Její výzkumný soubor se skládal z 32 žen a 32 mužů. Jako měřicí metodu použila povrchovou elektromyografii a zaznamenávala délku latence reflexních časů (reflex time) mediální a laterální části m. quadriceps femoris, hamstringů a m. gastrocnemius.
- ❖ Hewwet, T. * (2005) zkoumal nervosvalovou kontrolu a valgózní zatížení kolenního kloubu u 205 sportovkyň při seskoku. Jako objektivizační metodu použil 3 D analýzu.
- ❖ Hewwet, T.** (2005) popisuje rozdíl mezi aktivací svalů kolenního kloubu ve směru anteroposteriorním a laterolaterálním u mužů a žen. Za měřicí metodu zvolil povrchové EMG.
- ❖ Westin - Barber, S. (2005) měřila u 27 dívek a 25 chlapců, věkové kategorie 9 – 10 let vzdálenost mezi levým a pravým kyčelním kloubem, kolenním kloubem a hlezenním kloubem během seskoku. Dále měřila isokineticky sílu hamstringů a m. quadriceps femoris.

Jedním z nejdůležitějších faktorů dynamické stabilizace kolenního kloubu je její časové rozložení v anteroposteriorním a mediolaterálním směru zejména za těchto situací:

- ve stojné fázi cyklu chůze
- při doskoku
- při korekci silových momentů působících dopřednou translaci tibie.

POZN. * HEWWETT, E. T., MYER, D., G.: Biomechanical Measures of Neuromuscular control and Vagus Loadng of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes. *Am. J. Sports Med.*, 33, 2005.

**HEWWETT, E. T., ZAZULAK, T. B., MYER, D. G.: A rewiew of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. *British. J. Sports Med.* 39, 2005, s. 347 – 350.

Dynamická stabilizace kolenního kloubu je závislá na dvou směrech

- anterioposteriorním
- mediolaterálním,

a na postavení proximálních (trup, pánev, kyčel) a distálních (lýtko, noha) segmentů a také na aktivitě svalů účastnících se pohybů ve výše zmíněných segmentech.

Deficit v nervosvalové kontrole kloubní stability ve třech osách pohybu (proximo – distální, anteroposteriorní a mediolaterální) po celé délce dolní končetiny, kompletně ovlivňuje její kinetické řetězce. (HEWWET, 2005 **)

EMG studie ukazují na odlišnost v timingu svalů účastnících se pohybu u mužů a žen. Tato pohlavní difference ve svalové síle a svalové aktivace hraje roli v dynamické stabilizaci kolenního kloubu (HEWWET, 2005**; MAYER, 2004).

Svalová preaktivace prostřednictvím zpětné vazby dovoluje kontrolovat pozici kolenního kloubu během zatížení (doskoků a pivot). Dysbalance a neefektivita v timingu svalů uvádí dolní končetinu do pozice, která způsobuje zvýšené napětí LCA a vznik zranění u žen. Zpětná vazba neuromotorické kontroly umožňuje během neočekávaných pohybů aktivovat svaly kolem kloubu dříve a zabránit tak nadměrnému zatížení kloubu a snížit zatížení ligament.

4.9.1. Proximální a distální části podílející se na dynamické stabilizaci kolenního kloubu

Kolenní kloub je na dolní končetině vmezeřen mezi kyčelní a hlezenní. Svaly na DKK vytváří svalové řetězce; skupinu svalů, funkčně vzájemně svázaných, které spojují dva pevné segmenty (kyčelní kloub s hlezenním), mezi které je včleněn pohybový segment (kolenní kloub), jehož úloha se činností svalů mění. Svaly ve smyčce mohou na pohyblivý segment působit jak v jednom směru, tak i v protichůdném směru, nebo v obou směrech současně, takže fungují jako otěže, mezi kterými je pohyblivý segment mezi svaly řetězce „dynamicky“ zavěšen tak, že ho lze jak fixovat , tak jím cíleně pohybovat (VÉLE, 2003). Z výše uvedeného vyplývá, že je postavení kolenního kloubu ovlivňováno postavením kyčelního kloubu nebo chodidla nebo obou zároveň.

Jelikož dolní končetina pracuje ve většině případů v uzavřených pohybových řetězcích, chybné postavení jednoho segmentu DKK zapříčiňuje kompenzační postavení jiného segmentu. Změna postavení kyčelního kloubu nebo nohy způsobuje zvýšený stres kolenního kloubu. (MAGEE, 2002)

Nastavení celé dolní končetiny a následně i trupu může být ovlivňováno ve směru distoproximálním i proximodistálním (VÉLE, 2003). Snížená aktivace trupového svalstva a svalů kyčelního kloubu může způsobit chybné postavení dolní končetiny. A naopak v návaznosti na postavení dolní končetiny se bude odvíjet i postavení vyšších segmentů. Příklad ovlivnění postavení ve směru distoproximálním → při vnitřní rotaci v kyčelních kloubech dojde k , anteverzi pánve zvýraznění bederní lordózy, hrudní kyfózy a krční lordózy.

Příklad ovlivnění postavení ve směru proximodistálním → stehno – lýtka a talus tvoří dlouhou vertikální páku, torse lýtka se přenáší na nohu a přes lýtka se přenáší na nohu i vliv femuru, který přenáší přes kyčelní kloub na nohu i vliv postavení trupu.

Jestliže je základní postavení v kyčli rotováno dovnitř v důsledku jakékoliv etiologie směřují pately k palcům, dochází k zvýšenému zatížení mediálního menisku, k rotaci bérce, valgóznímu postavení kolenního i hlezenního kloubu, což ovlivní nohu do pronace tj. podélná klenba se snižuje ve smyslu ploché nohy, noha posléze nemůže plnit své základní funkce. (VÉLE, 2003).

Pohyby a nastavení v kyčelním kloubu ovlivňují funkci nohy. Ale podobně i postavení nohy se promítá i do postavení celé dolní končetiny, pánve i páteře.

Zazulak (in HEWWET, 2005**) uvádí sníženou aktivitu gluteálního svalstva během doskoku u žen zjištěnou při EMG studii. Tato snížená aktivita ovlivňuje během zatížení např. při doskoku kyčelní kloub do vnitřní rotace a vede k valgóznímu postavení kolenního kloubu jak uvádí Lephart (in HEWWET, 2005**)

Snížená nervosvalová kontrola svalstva pánve spolu se svaly dolní končetiny u žen způsobuje valgózní postavení kolenního kloubu a zvyšuje riziko ruptur LCA. Gluteální svaly, kontrolují pozici dolní končetiny, absorbují energii a funguje jako mocní extenzori, zevní rotátoři a abduktoři, čímž přispívají k optimální dynamické stabilizaci kyčelního kloubu během zatížení. Tato jejich aktivita eliminuje vnitřní rotaci a addukci v kyčelním kloubu a přes svalové řetězce ovlivňuje postavení nižších segmentů, kolenního kloub i nohy, a eliminuje jejich valgózní postavení při zatížení.

(HEWWET, 2005 **)

Lýtkové a hlezenní svaly hrají také podstatnou roli v dynamické stabilizaci kolenního kloubu. M. gastrocnemius v synergii s m. quadriceps podporuje dynamickou stabilizaci kolenního kloubu. U žen dochází k snížené aktivaci laterální části m. gastrocnemius což způsobuje traumatizaci LCA. (HEWWET, 2005**) Značný podíl má také dobrá koaktivace mezi supinátory a pronátory chodidla.

4.9.2. Anteroposteriorní směr dynamické stabilizace kolenního kloubu

Pro dynamickou stabilizaci kolenního kloubu v anteroposteriorním směru se musí nejdříve aktivovat hamstringy (m. semitendinosus, m. semimembranosus a dlouhá hlava m. biceps femoris), až poté mm. vasti a nakonec mm. gastrocnemii. (MAYER, 2004) Jiný názor na časové rozložení dynamické stabilizace kolenního kloubu v anteroposteriorním směru má Hewwet. Říká, že: „ při dynamické stabilizaci kolenního kloubu se m. gastrocnemius aktivuje dříve než hamstringy, po kterých následuje aktivace m. quadriceps femoris. Aktivita distální svaloviny předchází aktivitě proximální svaloviny o 10 – 15 milisekund. “

V neposlední řadě koleno dynamicky stabilizují mm. gastrocnemii. Tato svalová skupina táhne femur oproti tibii dorzálně, za současné komprese kloubu. Pro tuto funkci je klíčová správně rozložená koaktivace s mm. vasti. (MAYER, 2004)

Aktivita m. quadriceps vzhledem k antagonistické svalové skupině hamstringů je u žen vyšší než u mužů. Tato disproporce zvyšuje střížnou sílu působící na kolenní kloub během doskoků a otáček (pivot). M. quadriceps femoris skrze tah patelární šlachy na tibii působí zvýšené zatížení LCA pokud je flexe kolenního kloubu vyšší než 30 °. (HEWWET, 2005 **)

U žen dochází k aktivaci m. quadriceps femoris dříve než u mužů. V důsledku této předčasné aktivace m. quadriceps femoris klesá možnost adekvátní stabilizace kolenního kloubu prostřednictvím hamstringů. Aktivace hamstringů napomáhá v ochraně LCA před mechanickým napětím, redukuje translační pohyb tibie anteriorně.

Optimální kokontrakce flexorů kolenního kloubu a m. quadriceps femoris, je potřebná ke rovnoměrnému kompresivnímu zatížení kolenního kloubu a kontrole střížných sil během zatížení (ZAZULAK IN HEWWET, 2005**).

Koleno muže spoléhá na m. quadriceps femoris a hamstringy, je dobrá preaktivace těchto svalů. Mužské koleno udrží při zátěži lépe relativně flektovanou pozici a to souvisí s dobrým stabilizačním vzorcem hamstringy – mm. vasti. Oproti tomu ženské koleno při zatížení má tendenci k uzamčení v hyperextenzi. (HEWWET, 2005 **)

4.9.3. Mediolaterální směr dynamické stabilizace kolenního kloubu

Kompresivní zatížení prostřednictvím svalové kokontrakce zvyšuje kloubní stabilizaci. Tato kokontrakce je v mediolaterálním směru zajišťována souhrou mezi mediálním a laterálním vastem a mediálními a laterálními hamstringy (m. semimembranosus, m. semitendinosus x m. biceps femoris). Snížení mediálního kompresivního zatížení způsobuje valgózní postavení kolenního kloubu a vede k zvýšenému zatížení LCA. (HEWWET, 2005 **)

Rozdílný stupeň aktivace mezi laterální a mediální částí m. quadriceps v kombinaci se zvýšenou aktivitou laterálních hamstringů (m. biceps femoris) u žen, zvyšuje zatížení laterální kloubní štěrbiny kolenního kloubu, čímž dochází k otevření mediální kloubní štěrbiny a nárůstu přední střížné síly, která zatěžuje LCA. (HEWWET, 2005 **)

Výraznější přesun aktivace ve prospěch m. biceps femoris destabilizuje koleno zejména vůči silám vnitřně rotujícím femur vůči tibii. (MAYER, 2004)

4.10. Rizikové faktory zranění kolenního kloubu

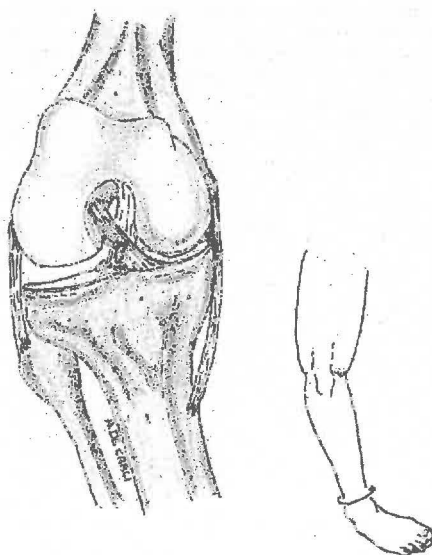
Jedním z nejpoužívanějších rozdělení rizikových faktorů zranění kolenního kloubu je na faktory vnější a vnitřní. (HUGHES, 2006)

K vnitřním faktorům počítáme fyzikální a psychologické faktory individuálně odlišné. Mayer (2004) uvádí dělení vnitřních rizikových faktorů na anatomické, hormonální a biomechanické. Mezi zevní faktory řadíme okolní podmínky prostředí. Na vzniku zranění se podílí vliv zevních a vnitřních faktorů. (HUGHES, 2006)

Nejběžnějším úrazem kolenního kloubu u mladých sportovkyň je ruptura předního zkříženého vazy (LCA).

Nejčastěji dochází k ruptuře LCA nekontaktním mechanismem při zatížení kolenního kloubu:

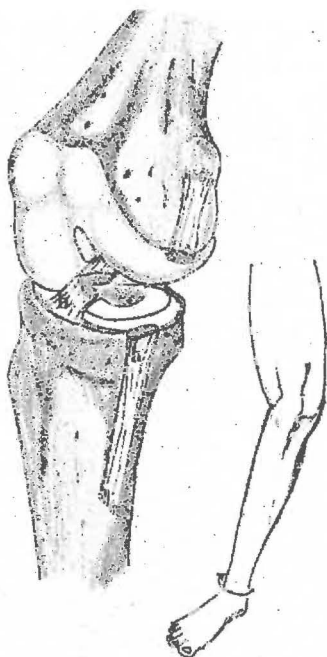
- uzamčením v maximální extenzi např. při doskoku, kdy nepůsobí ochranný protitah hamstringů
- zvedáním se z podřepu plnou silou extenzorů
- kombinace flexe, varozity a vnitřní rotace (viz obr. č. 6)



Obr. č. 6 Mechanismus poranění kolenního kloubu ve flexi, varozitě a vnitřní rotaci. Přední zkřížený vaz bývá poraněn jako první (FERRETTI, 1994)

- v kombinaci flexe, valgozity a zevní rotace při doskoku (viz obr. č. 7).

Příklad: „ Po výskoku jsem dopadl na protihráčovu nohu.“ Dochází k podvrtnutí kolenního kloubu. Vynucený pohyb ve flexi – valgozitě – zevní rotaci.



Obr. č. 7: Mechanismus poranění kolenního kloubu při valgozitě a zevní rotaci.
a, vnitřní postraní vaz, který bývá poraněn nejprve
b, přední zkřížený vaz (FERRETTI, 1994)

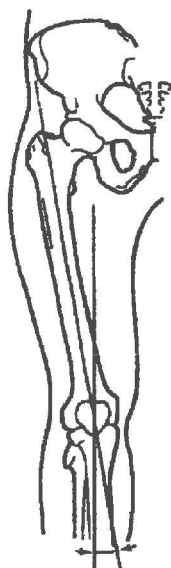
Na tomto místě je nutné zmínit, že kolenní kloub je při volejbale nejvíce vystaven mikrotraumatizaci v rámci pádů při obranných zákrocích v poli. Tyto přímé nárazy kolenního kloubu (nejčastěji patelly, ale týká se to i laterálních částí condylů femuru) na hrací plochu jsou v jistém smyslu zmírněny chrániči kolenního kloubu. Přesto dochází k rupturám drobných kapilár, tvorbě hematomu, místní bolesti, edému a zánětlivé reakci.

4.10.1. Faktory ovlivňující pasivní (statickou) stabilitu

Pasivní stabilita tibiofemorálního skloubení závisí na geometrii kloubních ploch, a vazivové laxicitě.

Geometrie artikulujících kloubních ploch tibiofemorálního skloubení závisí na nastavení femuru vůči tibii a shodě mezi jejich kloubními plochami. Postavení femuru vůči tibii můžeme hodnotit prostřednictvím Q úhlu. (HUGHES, 2006)

4.10.1.1. Q úhel



Osa tahu m. quadriceps femoris směřuje distálně a lehce mediálně, podélná osa lig. patellae směřuje distálně a mírně laterálně. Obě osy tak svírají tupý úhel otevřený zevně; „Q úhel“ (z anglického quadriceps angle).

Q úhel (zjednodušeně úhel valgozity) je úhel, který mezi sebou svírá spojnice spina iliaca anterior superior se středem patelly a spojnice středu patelly s tuberositas tibie. (viz obr. č. 8)

Hodnota Q úhlu je odlišná pro muže a ženy v důsledku širší pánve u žen, která zapříčiňuje vnitřní rotaci femuru a tedy zvýšení hodnoty Q úhlu. (MAGEE, 2002; HONGLUM, 2001).

Obr.č.8: Q úhel (MAGEE, 2002)

Ve vymezení hodnot Q úhlu se autoři různí, většinou je publikována hodnota Q úhlu mezi 10 – 15° bez difference vzhledem k pohlaví. Autoři (HUGHES, 2006; LIVINGSTON, 1997 a další) se ve svých studiích shodují na vztahu mezi hodnotou Q úhlu a poruchami kolenního kloubu; poraněním LCA. Hodnoty nad 20° se stávají rizikovými pro LCA .

4.10.1.2. Laxicita ligament

Zvýšená kloubní laxicita odkazuje na stupeň instability (hypermobility) kloubu; rozsah pohyblivosti ve směru, který je považován pro kloub za abnormální, pokud není za účasti aktivity svalů.“ Studie poukazují u žen na větší kloubní laxicitu než u mužů. (HUGHES, 2006; MAYER, 2004)

Koleno ženy je oproti tomu mužskému více závislé na ligamentech a má tendenci k hyperextenzi. (MAYER, 2004)

Laxicita ligament závisí na délce ligament a jejich napínací resistenci (protažitelnosti). Protažitelnost ligament závisí na ploše jejich příčného řezu a efektu cirkulujících hormonů, které mají vztah k mechanickým vlastnostem ligament. Studie poukazují na větší plochu příčného řezu ligament u mužů než u žen. (HUGHES, 2006).

4.10.1.3. Hormonální faktory ovlivňující pasivní (statickou) kloubní stabilitu

Čeští i zahraničních autoři (HEWWET, 2000; HUGHES, 2006; ZAZULAK, 2006; MAYER, 2004; WARDEN, 2005) se shodují, že ženské pohlavní hormony hrají významnou roli v problematice pasivní (statické) stability kolenního kloubu.

Mezi ženské pohlavní hormony řadíme estrogen, progesteron, relaxin a testosteron. Menstruační cyklus se skládá z několika fází, ve kterých dochází ke kolísání hladiny výše zmíněných hormonů. (ZAZULAK, 2006; HUGHES, 2006)

Během folikulární fáze menstruačního cyklu (1 – 9 den u normálně menstrující ženy) je hladina estrogenu kolem 60 µg/ den. Při ovulační fázi (10 – 14 den) roste hladina estrogenu až k hodnotám 400 – 900 µg/ den. Jeho hodnoty se během luteální fáze (15 – 28 den menstruačního cyklu) snižují na 300 µg/ den. Progesteron dosahuje svých nejvyšších hodnot během luteální fáze, a to 25 mg/ den. Hladina relaxinu stoupá ve folikulární a luteální fázi cyklu. Úroveň hladiny testosteronu také kolísá během menstruačního cyklu v závislosti na cirkulující hladině estradiolu. (ZAZULAK, 2006)

Kolísání hladin ženských pohlavních hormonů má vliv na mechanické vlastnosti svalů, kloubů a ligament, specificky na strukturu kolagenu a metabolismus. Tento vliv ženských pohlavních hormonů na tkáň lidského těla je v návaznosti na zastoupení receptorů estrogenu, progesteronu, relaxinu a testosteronu v těchto tkáních. (HUGHES, 2006) Kolísání hladiny hormonů zapříčiňuje relaxaci svalů a ligament, což má za následek zvýšenou pohyblivost kloubní, která vede k snížení pasivní i aktivní stability u sportovkyň. (HEWWET, 2000)

Na poměru hladiny progesteron / estrogeny závisí pevnost a elasticita kolagenu a diferenciací fibroblastů. (MAYER, 2004)

Na ovlivnění hladiny progesteron / estrogeny se podílejí dále kontaminanty s hormonální aktivitou (plastifikátory), fytoestrogeny a hormonální kontraceptiva (antikoncepce). Pro ženu a její kolenní kloub mají význam i endogenní androgeny. Ty mají vliv na pevnost a hydrataci vaziva a diferenciací fibroblastů. Produkce endogenních androgenů klesá při chronických infekcích, zánětech, disimunitních afekcích, poruchách cyklu, chronickém stresu, ale i v důsledku farmakogenní suprese např. anaboliky a glukokortikoidy. (MAYER, 2004)

Mnozí autoři (MAYER, 2004; HEWWET, 2000; ZAZULAK, 2006) se shodují, že nejvíce traumat měkkého kolenního kloubu je během ovulační fáze menstruačního cyklu (10 – 14 den). Současně za dny s nejnižší incidencí vzniku poranění LCA jsou počítány 1 – 9 a 15 – 28 den menstruačního cyklu. (HUGHES, 2006; ZAZULAK, 2006)

4.10.2. Faktory ovlivňující dynamickou stabilizaci kolenního kloubu

Během pohybů jako je např. doskok a jiné, je dynamická stabilita ve formě svalové aktivity nezbytná k vytvoření adekvátní stabilizace kloubů.

Dynamickou stabilitu tibiofemorálního skloubení ovlivňují svalové aktivační vzorce (muscle activity pattern), úhel svírající patelární šlacha a osou tibie (patella tendon – tibia shaft angle), svalové reakční časy, čas dosažení optimálního momentu síly, svalová tuhost (pevnost, muscle stiffness), svalová síla a únava.

4.10.2.1. Svalové aktivační vzorce

Při poskytování dynamické stability kolenního kloubu by měla být aktivita flexorů a extenzorů v rovnováze, což znamená nulovou střížnou sílu (zatížení) působící na proximální konec tibie a způsobující minimální napětí ligament kolenního kloubu. Pokud střížné zatížení užití m. quadriceps femoris je větší, než střížné zatížení užití hamstringy, zvyšuje přední střížná síla užitá na proximální konec tibie napětí LCA. Toto je popisováno jako dominance m. quadriceps femoris, a je definována dysbalancí mezi nábojem aktivačních vzorců flexorů a extenzorů kolenního kloubu. (HUGHES, 2006)

Ve většině EMG studiích nacházíme zmínku o převažující dominanci m. quadriceps femoris a sníženou aktivitu hamstringů u žen u aktivit spojených s poraněním LCA. (MAYER, 2004; HEWWET **, 2005; HUGHES, 2006).

Ženy mají sklon dynamicky stabilizovat kolenní kloub prostřednictvím m. quadriceps femoris což vede k zvýšení rizika poranění LCA. (HEWWET **, 2005)

4.10.2.2 Svalová tuhost (stiffness) a síla (strenght)

Kontrakce m. quadriceps femoris a hamstringů vede k zvýšení kompresivního zatížení kloubu a limituje střížné pohyby uvnitř tibiofemorálního skloubení. Tato schopnost svalů klást odpor pohybům uvnitř kloubu je zajišťována svalovou tuhostí.

Studie zkoumající svalovou tuhost naznačují, že ženy vykazují nižší svalovou ochranu kolenního kloubu než muži při jeho extrémním zatížení. Jedním z faktorů ovlivňující svalovou tuhost je svalová síla. Řada studií ukazuje na sníženou svalovou sílu hamstringů a m. quadriceps femoris u žen. (HUGHES, 2006)

Výzkumy naznačují, že zvýšená svalová tuhost, jako produkt eferentní motorické odezvy během pohybů, jako je např. doskok, poskytuje větší kloubní stabilitu a chrání před vznikem zranění. (WIKSTROM, 2006)

4.10.2.3. Vliv únavy na dynamickou stabilitu kolenního kloubu.

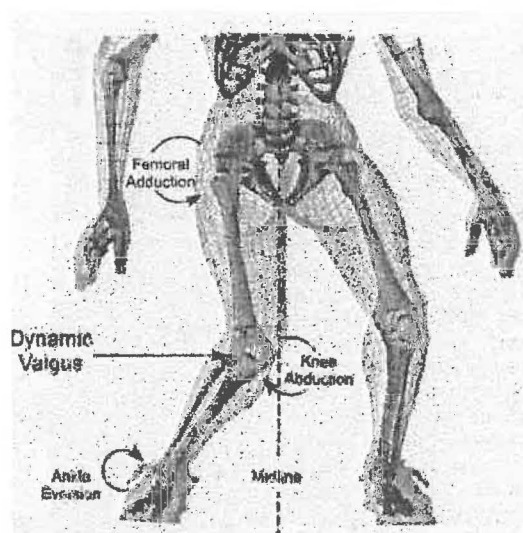
Únava výrazně působí na aktivitu svalů dolní končetiny, čímž zvyšuje riziko poranění LCA. Únava zvyšuje působení střížné síly na proximální konec tibie a snižuje flexi kolenního kloubu při doskoku, u žen nadále zvyšuje vbočení kolenního kloubu při zatížení. (HUGHES, 2006)

Huston a Wojtys (IN HUGHES, 2006) zkoumali efekt únavy m. quadriceps femoris a hamstringů na přední translaci tibie. Výsledek ukázal zvýšení přední translace tibie o 32% v závislosti na únavě.

4.11. Testování dynamické stabilizace kolenního kloubu

Existuje celá řada funkčních testů prokazujících poruchu dynamické stabilizace kolenního kloubu. Nedostatečná stabilizace kolenního kloubu se může projevit buď v rovině frontální „mediálním kolapsem“ kolenního kloubu nebo v rovině sagitální hyperextenzí kolenního kloubu.

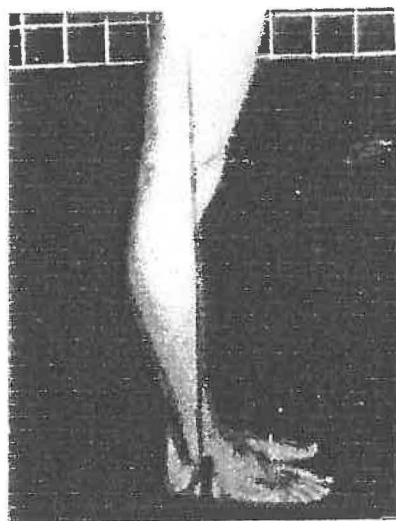
4.11.1. “Mediální kolaps“ kolenního kloubu (viz obr. č. 9)



- everze nohy
 - vnitřní rotace tibie
 - vnitřní rotace femuru
 - addukce femuru
 - šikmé postavení pánve
 - skoliotické postavení páteře
- (MAGEE, 2002)

Obr. č. 9. „Mediální kolaps“ dolní končetiny (HEWWET, 2005*)

4.11.2. Hyperextenční postavení kolenního kloubu (viz obr. č. 10)



- hyperextenze kolenního kloubu
 - zvýšená vazivová laxicita kolenního kloubu → hypermobilita
 - plantární flexe hlezenního kloubu
- (KENDAL, 1993)

Obr. č. 10. Hyperextenze kolenního kloubu (KENDAL, 1993)

4.11.3. Testy dynamické stabilizace kolenního kloubu:

- chůze (především její odrazová a dopadová fáze DK na podložku)
- podřep
- výstup na schod, sestupování ze schodu
- výpad na jednu dolní končetinu
- stoj na jedné dolní končetině spojený s podřepem na této končetině
- doskok na jednu dolní končetinu
- běh
- běh spojený se zastavením na příkaz
- pivoty

4.12.Diferenciální diagnostika

Etiologie poruch nervosvalové kontroly dynamické stabilizace kolenního kloubu:

1. Neuromotorické faktory

- ❖ narušení funkce stabilizačních svalů
 - poruchy koordinace a časování
 - narušení aktivačních vzorců
 - zpomalení reakčních časů
 - pomalejší dosažení optimálního momentu síly
 - narušení anticipačních mechanismů
- ❖ narušení dynamické stabilizace kolenního kloubu a její zpětné kontroly
- ❖ poruchy aferentace a jejího zpracování
 - narušení propriocepce
 - změny vnímání tělového a dynamického schématu
 - zhoršení signalizace přetížení kloubu

2. Faktory anatomické a biomechanické

- ❖ větší antevertze krčku femuru
- ❖ větší Q úhel (úhel „ valgozity“)
- ❖ redukce interkondylárního prostoru
- ❖ častější dislokace patelly
- ❖ větší vnitřní rotace tibie, noha v pronačním postavení
- ❖ větší laxicita vazivové tkáně

3. Hormonální faktory

- poměr estrogeny x progesteron
- androgeny (pevnost a diferenciací vaziva)
- exogenní látky s estrogení aktivitou
- kortikoterapie
- stres
- poruchy cyklu
- poruchy imunity

4. *Léze tříbodové opory nohy, plochonoží*
 5. *Nevhodná obuv*
 6. *Přetížení ze sportu*
 - ❖ *kvalitativně nedostačující trénink*
 - ❖ *jednostranná zátěž*
 - ❖ *celková kondice a trénovanost*
 - ❖ *mikrotraumata měkkých tkání v oblasti hlezenního a kolenního kloubu*
 - ❖ *nedostatečná doba regenerace*
 7. *Nesprávná technika prováděného sportu*
 8. *Vliv postavení vyšších segmentů - skoliotické postavení páteře, sešikmení pánve*
 9. *Vliv prodělaných zranění na dolní končetině.*
- (MAYER, 2004, MAGEE, 2002, HEWWET, 2005 **)

4.13. Kinezioterapeutické možnosti ovlivnění nervosvalové stabilizace kolenního kloubu.

4.13.1. Trénink dynamické stabilizace kolenního kloubu

Každý trénink dynamické stabilizace vychází z představy provázanosti propriocepce, neuromotoriky, stavu měkkých tkání a kloubních struktur vůbec.

4.13.1.1. Efekt nervosvalového tréninku:

Řada autorů (HEWWET, 2006; MAYER, 2004; MYER, 2005; PATERNO, 2004) uvádí jako hlavní efekt nervosvalového tréninku snížení zranění kolenního kloubu.

Studii efektu nervosvalového tréninku se zabývali ve svých studiích:

- ❖ Paterno, M. (2004), který zkoumal zvýšení stability kolenního kloubu při stoji na téže dolní končetině u 53 dívek ve věku 13 – 17 let provozující basketbal, volejbal a ženský fotbal po šesti týdenní aplikaci nervosvalového tréninku. Za objektivizační metodu zvolil Biodex stability systém. Výsledkem této práce je zvýšení stability kolenního kloubu při stoji na jedné dolní končetině pouze ve směru anteroposteriorním. Nulových výsledků bylo dosaženo ve směru mediolaterálním.
- ❖ Myer, G. (2005) popisuje vliv nervosvalového tréninku na výkon a biomechaniku dolní končetiny . Tento vliv zkoumal po dobu šesti týdnů na 41 dívkách ve věku od 13 – 17 let ze sportovních odvětví ženského fotbalu, volejbalu a basketbalu. Nervosvalový trénink v jeho podobě obsahoval tyto části; plyometrický trénink, odporové cvičení, balanční trénink a rychlostní trénink. Za objektivizační metodu zvolil 3D analýzu. Ve výsledcích popisuje zvýšení svalové síly dolních končetin při leg pressu, zvýšení výskoku, prodloužení vzdálenosti skoku na jedné dolní končetině, dosažení rychlejšího času při sprintu na 9 m, dále došlo k snížení valgozního zatížení kolenního kloubu při doskoku.

- ❖ Hewwet, T. (2006) popisuje efekt plyometrického tréninku versus balančního tréninku, který zkoumal u 18 středoškolských dívek po dobu sedmi týdnů. K hodnocení kinematiky dolní končetiny během výskoku a skoku stranou použil 3D analýzu. V závěru uvádí, že plyometrické i balanční cvičení může být zahrnuto v prevenci poranění kolenního kloubu, obojí redukuje „ mediální kolaps“ kolenního kloubu dolní končetiny.

Z poznatků o neurokineziologii ženského kolenního kloubu vyplývají některé zásady týkající se kinezioterapie, případně sportovního tréninku.

4.13.1.2. Hlavní zásady tréninku:

- je třeba respektovat momentální kondici ženy
- respektování únavy a nocicepce - neznamená nutně přerušení tréninku, jen přechod k jiné aktivitě.
- zaměření na obě dolní končetiny „ zdravou i nemocnou“

4.13.1.3. Zásady progresu tréninku:

- upřednostňujeme kvalitu před kvantitou
- další náročnější stupeň až po dokonalém zvládnutí předchozího stupně
- zátěž zvyšujeme pokud možno jen v jednom parametru
- postupujeme od statické stabilizace k dynamické labializaci
- prodlužujeme čas
- od plynulosti přecházíme k zařazování náhlých změn
- po zvládnutí cvičení v uzavřených řetězcích zařazujeme cvičení v řetězcích otevřených.
- od pohybu v sagitální rovině (flexe/ extenze) přecházíme k rotacím, translacím, everzím a obecně „ traumatizujícím situacím
- cvičíme anticipační složku aktivace (MAYER, 2004)

4.13.2. CKC versus OKC v reedukaci pohybu

Davies in Dvořák (2005 ²) považuje za hlavní rozdíl mezi aktivitami v OKC a CKC to, že při aktivitách v OKC dochází k rotačním pohybům s podílem stříhové (smykové) složky v daném kloubu (rotary stress pattern), zatímco aktivity v CKC jsou charakteristické převážně axiálním tlakem v kloubu (linear stress pattern), což právě v případě kolenního kloubu hraje podstatnou roli.

Cvičení v uzavřeném kinetickém řetězci podporují kokontrakci m. quadriceps femoris a hamstringů. Prostřednictvím zvýšeného kompresivního zatížení zvyšují stabilitu kolenního kloubu. Kokontrakce hamstringů s m. quadriceps femoris působí zadní translační silou proti přední translaci tibie, kterou indukuje m. quadriceps femoris, a proto je kokontrakce klíčem k stabilizaci kolenního kloubu. Tato forma cvičení posiluje jak agonistické tak antagonistické svalové skupiny, a proto během cvičení dochází k zvýšené nervosvalové koordinaci. Motorická kontrola dynamické stabilizace kolenního kloubu je nejlepší v uzavřených kinetických řetězcích, cvičení v CKC je vůči ligamentóznímu aparátu kolenního kloubu podstatně šetrnější a méně rizikové. (MAYER , 2004)

Obecně se soudí, že cvičení v CKC, příkladem, kterého jsou dřepy a podobné výkony, je vhodné jako hlavní typ cvičení pro RHB po úrazech či operacích na DKK. Názor je opřen o to, že DKK jako orgán lokomoce fungují v zátěži převážně v rámci CKC. Přiměřenou kloubní stabilitu jako předpoklad efektivního pohybu lze získat převážně v CKC. (DVOŘÁK, 2005 ²)

Z pohledu vývojové kineziologie je fáze vytvoření posturálních synergií v CKC podmínkou pro další motorický rozvoj obecně, nikoli jen pro části těla sloužící převážně statickým funkcím. Z toho vyplývá, že zvládnutí cvičení v CKC je univerzálně nezbytné pro to, aby příslušný segment mohl být součástí fungujících i otevřených řetězců. (DVOŘÁK , 2005 ²)

Pozn. ² DVOŘÁK, R.: Některé teoretické poznámky k problematice otevřených a uzavřených biomechanických řetězců. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství*, 1, 2005, s. 12 – 17.

Jinými slovy – cvičení bez zvládnuté statické a dynamické stabilizace kloubů jakékoliv části těla bude přinejmenším málo efektivní, ne – li výslovně rizikové. Uvedený princip platí všeobecně, tedy nejen pro reedukaci patologické motoriky, ale i pro sportovní trénink za fyziologických pohybových předpokladů. (DVOŘÁK, 2005 ²)

4.13.3. Svalová aktivita m. quadriceps femoris versus hamstringy během cvičení v OKC a CKC

Autoři Escamilla a Fleisig (1998) zkoumali velikost kompresivní zátěže působící na kolenní kloub a velikost svalové aktivity hamstringů a m. quadriceps femoris během cvičení v CKC (dřep a leg press) a cvičení v OKC (extenze kolenního kloubu).

- Svalová aktivita m. quadriceps femoris je největší při cvičení v CKC, když se kolenní kloub blíží plné flexi, naopak při cvičení v OKC, když se koleno blíží plné extenzi.
- Cvičení v OKC produkuje větší aktivitu m. rectus femoris, naopak cvičení CKC produkuje větší aktivitu mm. vasti femoris.
- Kompresivní zátěž kolenního kloubu je největší při cvičení v CKC v blízkosti plné flexe a při cvičení v OKC v blízkosti plné extenze.
- Vrchol napětí LCP je přibližně dvakrát větší při cvičení v CKC a zvyšuje se s rostoucí flexí kolenního kloubu. Napětí LCA se objevuje pouze při cvičení v OKC a nastává v blízkosti plné extenze.
- Dřep (squat) generuje dvakrát větší svalovou aktivitu hamstringů než leg press a extenze kolenního kloubu.

4.13.4. Cvičení v otevřeném kinetickém řetězci

Nejvíce používanou formou cvičení kolenního kloubu v OKC je izolovaná extenze nebo flexe kolenního kloubu často se zátěží, provozovaná v posilovnách, za pomoci posilovacího přístroje.

4.13.5. Cvičení v uzavřeném kinetickém řetězci

Za příklad dostatečně velkého odporu působícího na konci řetězce, a tudíž příklad cvičení v CKC, je považován dřep, vystupování na schod, jízda na kole a vůbec všechny aktivity v opoře končetin, kde dostatečný odpor pohybu řetězce, který je tvořen segmenty stojných končetin, představuje tíhová síla trupu. Zde dochází k současněmu vzájemně vázanému pohybu periferních kloubů (hlezno), středního kloubu (koleno) a kořenového kloubu (kyčel). (DVOŘÁK, 2005 ¹)

Šetrné a přitom efektivní jsou minidřepy (do 40° flexe v koleni), s rozkročením na šířku ramen a zevní rotací dolních končetin, kdy dochází k aktivaci m. vastus medialis. Další redukce střížných sil lze dosáhnout při dřepu přesunem těžiště vzad, například v částečné opoře zad o zed'. (MAYER, 2005)

4.13.6. Proprioceptivní trénink

Obsahuje charakter cvičení v CKC bez lokomočního významu, zato s vystupňovaným prvkem stabilizačních a balančních funkcí. (DVOŘÁK, 2005 ¹)

Vychází z koncepce o dvou stupních motorického učení. První stupeň je charakterizován snahou zvládnout nový pohyb a vytvořit základní funkční spojení. Na tomto procesu se výrazně podílí mozková kůra, a to hlavně oblast parietálního a frontálního laloku, tedy oblast senzorická a motorická. Řízení pohybu na této úrovni je únavné, proto se po dosažení alespoň základního stupně provedení pohybu snaží CNS přesunout řízení pohybu na nižší podkorová regulační centra. Tento druhý stupeň motorického učení je méně únavný a rychlejší, na druhé straně však se jednou fixovaný stereotyp velmi těžko mění. (JANDA, VÁVROVÁ, 1992)

Cílem proprioceptivního tréninku je právě dosažení reflexní, automatické aktivace žádaných svalů. V této metodě jde tedy v zásadě o ovlivnění pohybu a vyvolání reflexního svalového stahu v rámci určitého pohybového stereotypu facilitací proprioreceptorů a aktivací spino – cerebello – vestibulárních drah a center. (JANDA, VÁVROVÁ, 1992)

Pozn. ¹ DVOŘÁK, R.: Otevřené a uzavřené biomechanické řetězce v kinezioterapeutické praxi. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství*, 1, 2005, s. 18 – 22.

Pomůcky:

- nestabilní plochy (měkké podložky např. Theraband podložky, válcová a kulová úseč, balanční sandále, minitrampolína, posturomet)
- propriomet,
- flexbar
- balanční míče
- overbal

Pacient je uváděn do labilních situací, kde pohybové programy muskulatury, pracují převážně posturálně v CKC, musejí zajistit současné nároky na antigravitační zpevnění nosných kloubů a páteře na jedné straně a korekční souhyby při udržování rovnováhy na straně druhé. Aktuálně zapojované řetězce se pochopitelně liší podle charakteru cvičení – ve stoji, sedu, na všech čtyřech, na míči. Jde také o rychlost (zvyšuje se tréninkem), s jakou se přiměřená koordinovaná aktivita v CKC projeví, jak může být účelný pohyb anticipován, co nejefektivněji využít v zájmu připravenosti organismu odolávat účinku zevních sil. (DVOŘÁK , 2005 ²)

4.13.7.Taping

V této kapitole bych se chtěla zmínit o užití funkčních tapů pro ovlivnění především dynamické stabilizace kloubů. Na začátku však považuji za důležité zmínit hlavní rozdíl funkce tapu imobilizačního a funkčního (facilitačního).

4.13.7.1. Imobilizační taping

Imobilizační tape je velmi hojně používán při různých sportech. Zastupují jej pevné tapovací pásy s nemožností protažitelnosti. Tento typ tapu zajišťuje především statickou stabilizaci tedy nahrazuje funkci především vazů a kloubního pouzdra. Užívá se především po zranění, u sportovní hry volejbal například po distorzích hlezenního kloubu, subluxacích drobných kloubů ruky nebo jako ochrana po zlomeninách metakarpů ruky atd.

Pozn. ² DVOŘÁK, R.: Některé teoretické poznámky k problematice otevřených a uzavřených biomechanických řetězců. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství*, 1, 2005, s. 12 – 17.

Jiným použitím tohoto druhu tapu je zabránění plného rozsahu kloubního pohybu zejména u loktů, kolen a ramen, kdy jeho použití brání dostání se do krajní, často bolestivé polohy kloubu.

Z výše uvedeného vyplývá, že tento druh tapu poskytuje především ochranu daného kloubu nebo spíše jeho měkkých struktur, kdy nahrazuje nebo doplňuje jejich funkci a dává jim do jisté míry možnost zotavit se a nastoupit do své funkce.

4.13.7.2. Funkční taping

Funkční tape nemá za cíl imobilizovat daný segment, to je hlavní funkce tapu imobilizačního, ale facilitovat (podpořit) daný sval v jeho funkci a tím ovlivňovat pohyb. Funkce svalu může být utlumena zvýšenou aktivitou antagonisty. Funkční tape je vlastně druh exterocepce jímž vstupujeme z periferie do interneuronové sítě v míše a ovlivňujeme motorické funkce daného svalu, neboli jej stimulujeme v jeho funkci.

Pro lepší představivost uvádím příklad použití funkčního tapu: hráč volejbalu má hyperextenční postavení kolenního kloubu, které se projevuje při doskoku, je zde patrná převaha m. quadriceps femoris nad antagonistickou skupinou hamstringů a m. gastrocnemius, tudíž nedochází k optimální dynamické stabilizaci kolenního kloubu na podkladě koaktivace výše zmíněných svalů. Pokud budeme chtít tento stav ovlivnit je možné nalepit na zadní část kolenního kloubu do kříže facilitační tape, který svým umístěním bude stimulovat funkci hamstringů a m.gastrocnemius a touto stimulací bude podpořeno semiflekční postavení kolenního kloubu při doskoku.

Pro funkční tape se využívá elastických tapovacích pásek s možností protažitelnosti. (HERMACHOVÁ, 2003)

V. Vyzkumná část - Metodika

5. 1. Popis výzkumného plánu:

Samotný výzkum probíhal od října 2006 do poloviny dubna 2007 a byl rozdělen do čtyř fází. Na začátku listopadu 2006 bylo provedeno vstupní měření, toto měření se skládalo z několika částí, které jsou níže vedeny chronologicky.

- Vyšetření postavení DKK v rovině sagitální a frontální.
- Videodokumentace funkčního testu podřepu.
- Videodokumentace funkčního testu seskoku na obě DKK, odrazovou DKK a neodrazovou DKK.

Z důvodů nemoci nebo osobních důvodů probandů nebyly výše uvedená měření realizována ve stejném dni.

V polovině listopadu 2006 byla zahájena terapie, která probíhala do konce února 2007. První týden v březnu bylo provedeno výstupní měření. Toto měření bylo shodné se vstupním. V březnu a v dubnu 2007 probíhalo hodnocení výsledků a stanovení závěrů výzkumné práce.

5.2. Charakteristika výzkumného souboru

Do studie byl vybrán soubor pěti dívek, věkové kategorie 15 - 16 let, výšky 175 - 185 cm, váhy 65 – 68 kg, BMI 18 – 23,5, provozující vrcholově volejbal 4 – 6 let, trénující 4x týdně 2 hodiny. Dívky byly vybrány z jednoho týmu, patřícího trvale mezi 3 nejlepší mládežnické týmy v České republice, z důvodů vystavení stejnému fyzickému zatížení během tréninkových jednotek v letech předcházejících tuto studii.

Výběr této věkové kategorie a pohlaví je v návaznosti na literaturu, která uvádí věk 16 let u dívek jako nejkritičtější pro vznik ruptur LCA (HEWWET, 2004, 2005).

Je prokázáno, že dívky (ženy) mají sníženou nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu oproti mužské populaci. (HEWWET,2004, 2005; ZAZULAK, 2006; MAYER , 2004).

Sportovní hra volejbal byla vybrána z důvodu toho, že se řadí mezi sporty provázené častými doskoky, decelerací (bržděním) pohybu a nutností rychlé změny

směru pohybu, pro které je nutná optimální pasivní a dynamická stabilizace kolenního kloubu, jako prevence traumatizace měkkých struktur kolenního kloubu.

Do studie byly zařazeny jak dívky, které nikdy v minulosti neutrpěly úraz na dolní končetině, tak dívky, které prodělaly úrazy na dolní končetině (mezi úrazy dolní končetiny řadíme např. distorze hlezenních kloubů, poškození měkkých tkání kolenního kloubu, poškození menisků atd.). Stejně tak byly do souboru zařazeny dívky, které trpí funkčními problémy pohybového aparátu, (např. bolestmi zad, kloubů HKK i DKK, plosek, úponů svalů), tak dívky, které funkčními problémy pohybového aparátu netrpí.

Hlavním kritériem pro zařazení do výzkumné skupiny bylo nalezení u výše zmíněných probandů změny v postavení kloubů DKK v rovině frontální nebo sagitální.

5. 3. Použité metody :

K vyšetření výzkumné skupiny probandů jsem zvolila několik vyšetření, které se využívají především ve fyzioterapii k diagnostice odchylek v postavení kloubů dolních končetin v rovině frontální a sagitální a poruch nervosvalové stabilizace kloubů dolních končetin. Tyto diagnostické metody jsem se snažila zobjektivizovat prostřednictvím fotografií a videosekvencí.

V této studii je použito:

- digitální videokamery Panasonic Mini DV, model NV – GS75EP,
- digitálního fotoaparátu Panasonic Lumix , model DMC – FZ5EG,
- olovnice
- a dotazníku.

5.4. Metodika jednotlivých užitých metod

5.4.1. Dotazník

Data získaná prostřednictvím dotazníku informují o základních inicialách vybraného probanda, délce jeho aktivního provozování míčové hry volejbal, historii zranění, pokud nějaké prodělal, a funkčních obtíží pohybového aparátu (viz příloha - dotazník). Dotazník byl daným probandem vyplněn na začátku měření.

5.4.2. Měření olovnicí

Za pomoci olovnice byly hodnoceny dolní končetiny a jejich konfigurace v rovině frontální a sagitální. Měření bylo provedeno na boso.

5.4.2.1. Měření zepředu:

Měření zepředu hodnotí postavení kolenního kloubu, kyčelního kloubu a nohy v rovině frontální.

Olovnice byla spuštěna z mečovitého výběžku hrudní kosti. (HALADOVÁ, 1997)

Při správném postavení DKK směřují patelly vpřed a noha je v středním postavení mezi supinací a pronací (KENDALL, 1993). Olovnice dopadá mezi chodidla s mírným posunem k dominantní DK. (VÉLE, 2003)

Zaujmutí výchozího stoje každého probanda bylo individuální.

5.4.2.2. Měření z boku

Olovnice byla spuštěna z prodloužení zevního zvukovodu. Při správném postavení DKK má olovnice procházet středem kyčelního kloubu a dopadat cca 2 cm před osu horního hlezenního kloubu. (HALADOVÁ, 1997; LEWIT, 2003).

5.4.3. Použití digitálního fotoaparátu

Digitální fotoaparát posloužil k dokumentaci postavení kloubů dolních končetin v rovině sagitální a frontální při měření olovnicí. Snímky pořízené digitálním fotoaparátem byly zpracovány prostřednictvím softwarového programu ACDSee verze 6.0, ve formátu JPG.

Snímky jim pořízené byly před a po aplikované terapii porovnány.

5.4.4. Použití digitální videokamery

Digitální kamery bylo v této studii použito za účelem detekce poloh segmentů dolních končetin v průmětu do frontální roviny. Uvedená obrazová data slouží k nezávislému posouzení důsledků nervosvalové kontroly kolenního kloubu při funkčním testu podřepu, doskoku na obě a jednu dolní končetinu. Videosekvence zobrazují průmět výše zmíněných testů před a po terapii.

Videosekvence byly zpracovány softwarovým programem Motion DV STUDIO verze 5. 3E LE a programem Windows Movie Maker ve formátu AVI, spustitelné prostřednictvím softwarového programu Windows Media Player.

Stabilita snímaného obrazu byla podpořena přenosným stativem, nastaveným do výšky 120 cm pro zachycení postavení a pohybů trupu, horních končetin, pánve, kyčelních kloubů, kolenních kloubů a nohy během výše zmíněných funkčních testů. Vzdálenost videokamery byla při testu funkčním doskoku i podřepu 360 cm od probanda.

Pro lepší možnost posouzení změny v postavení kloubů dolní končetiny při zmíněných funkčních testech byly na určená místa probanda nalepeny žluté orientační body (markery) o průměru 17 mm.

Místa nalepení orientačních bodů:

- spina iliaca anterior superior bilat,
- střed patelly bilat,
- střed distální část tibie.

5.4.4.1. Funkční test podřepu

Funkční test podřepu se řadí mezi nejjednodušší testy sloužící k odhalení poruchy nervosvalové kontroly kolenního kloubu.

Standardizace funkčního testu podřepu: zaujmutí individuálního stoje, horní končetiny volně podél těla, hlava v prodloužení trupu. Podřep byl proveden do 30° flexe v kolenním kloubu. Test byl proveden na palubovce na boso.

Vybraná hodnota 30° flexe v kolenním kloubu je dle autorů Mageeho (2002) a Bartoníčka (1986) hodnota úhlu ,kdy nedochází k zatížení předního zkříženého vazů. Výše zmíněný úhel byl stanoven pákovým goniometrem. U každého probanda byla současně odměřena kolmá vzdálenost jeho sedacích hrbolů od země. Délka této úsečky byla stanovena za pomoci pásové míry.

Při realizaci funkčního testu podřepu, prováděl daný proband tento test v takovém rozsahu, dokud se jeho sedací hrboly nedotkly předem připravené „zarážky“, jejíž výška byla shodná s naměřenou kolmou vzdáleností jeho sedacích hrbolů od země odpovídající 30° flexi v kolenním kloubu. „Zarážku“ tvořila výškově nastavitelná překážka.

Na provedení funkčního testu podřepu bylo sledováno: „mediální kolaps“ kolenního (vbočení) kloubu, pronační postavení nohy, tremor svalů stehna, souhyby trupu a horních končetin, asymetrie v rozložení váhy těla na DKK.

Videosekvence tohoto funkčního testu byly pořízeny na začátku studie a po aplikované terapii. Ve výsledcích byly sekvence porovnány.

5.4.4.2 Funkční test doskoku

Doskok se řadí mezi jeden z nejpoužívanějších pohybů při volejbalu, což bylo hlavním důvodem výběru tohoto pohybu jako funkčního testu.

Standardizace funkčního testu doskoku : doskok byl proveden z 40 cm vysoké bedny na palubovku. Doskok byl proveden na obě dolní končetiny, na odrazovou dolní končetinu a neodrazovou dolní končetinu. Při doskoku na jednu dolní končetinu byla druhá dolní končetiny ve flexi v kolenním kloubu. Tento test byl prováděn v sálové obuvi. Výška bedny byla vybrána na základě průměrné výšky výskoku u dívek tohoto týmu dle statistiky trenéra.

Na provedení doskoku bylo sledováno: „mediální kolaps“ kolenního kloubu (spojený s VR a ADD kyčelního kloubu a pronací nohy) při fázi doskoku, laterální shift pánve, souhyby trupu a HKK, uzamčení kolenního kloubu do hyperextenze.

Videozáznam funkčního testu doskoku byl proveden na začátku studie a po aplikované terapii. Videozáznamy pořízené před a po aplikované terapii byly ve výsledcích srovnávány, stejně tak videozáznamy pořízené při doskoku na odrazovou a neodrazovou DKK.

5.5. Proprioceptivní trénink a cvičení v CKC

Je námi zvolená terapie na zlepšení dynamické stabilizace kolenního kloubu. Proprioceptivním tréninkem je myšleno cvičení v uzavřených kinetických řetězcích a cvičení na balančních plochách.

Cílem tohoto tréninku je zapojení m. vastus medialis do koaktivační funkce s m. vastus lateralis a zapojení hamstringů a mm. gastrocnemii do koaktivační funkce s m. quadriceps femoris, současně vytvořit i koaktivační spojení mezi laterálními

stabilizátory pánve (m. gluteus medius) a vnitřními rotátory a adduktory kyčelního kloubu a mezi pronátory a supinátory hlezenního kloubu.

Jednotlivé cviky byly vybírány dle možnosti zařazení do tréninkové jednotky. Toto cvičení prováděli vybraní probandi 4x týdně, cca 10 minut, po tréninku po dobu 12 ti týdnů (3 měsíců). Je nám známo , že pro větší efektivnost by bylo lepší provádět proprioceptivní trénink před tréninkovou jednotkou, což v našem případě nebylo možné z důvodů nenarušení celistvosti tréninku a koncentrace hráček. Obtížnost cvičení byla stupňována po třech týdnech a hlavním kritériem pro zvýšení náročnosti bylo dokonalé zvládnutí předcházejícího stupně.

1. Série (1 – 3. týden)

- Podřepy u stěny , (koleno směřuje nad palec), 10 x.
- Stoj na 1DK u stěny spojený s podřepem, (koleno směřuje nad palec), 10 x na každou dolní končetinu.
- Podřep u stěny s vytočenými špičkami (cca 15 – 20°) 10 x .
- Nášlapy na 1 DK v rovině sagitální a frontální s odlepením 2 DK od podložky, 5x na každou DK.

2. Série (4. – 6. týden)

1. fáze: využití zelené Thera-band podložky

- Nášlapy na Thera-band podložku spojené s odlepením 2 DK od podložky v rovině frontální a sagitální, 10 x na každou DK.
- Nášlapy na Thera-band podložku v rovině sagitální + vyhazování a chytání volejbalového míče, 10 x na každou DK.

2.fáze: využití modré Thera-band podložky

- Nášlapy na Theraband podložku spojené s odlepením 2 DK od podložky v rovině frontální a sagitální 10x na každou DK.
- Nášlapy na Thera-band podložku v rovině sagitální + vyhazování a chytání volejbalového míče, 10 x na každou DK → viz DVD soubor/ Záznam terapie/ nášlap na Thera -band podložku + vyhazování míče.

3. Série (7 – 9. týden)

Využití modré Thera-band podložky

- Stoj na 1 DK na Thera-band podložce (90°flexe v koleni a kyčli) 10 x na každou DK → viz DVD soubor / Záznam terapie / stoj na 1 DK na Thera - band podložce.
- Stoj na 1DK na Thera-band podložce + chytání a házení míče, 10 x na každou DK.
- Výskok na Thera-band podložku v rovině sagitální a frontální, 10 x na každou DK → viz DVD soubor / Záznam terapie / výskoky na Thera-band podložku v rovině sagitální a frontální.

4. Série (10 – 12. týden)

Využití modré Thera-band podložky

- Seskok z nízké bedýnky (15 cm) na 1 DK na Thera-band podložku, 10 x na každou DK → viz DVD soubor / Záznam terapie / seskok na Thera - band podložku.
- Seskok z nízké bedýnky (15 cm) na 1 DK na Thera – band podložku v rovině sagitální spojené s přeskokem na 2 DK na druhou Thera - band podložku v rovině frontální, 10 x na každou DK → viz DVD soubor / Záznam terapie / seskok na Thera - band podložku a přeskok na druhou Thera - band podložku.
- Stoj na 1 DK na Thera - band podložce + házení a chytání míče ve dvojicích.

Pozn.: Uvedený počet opakování každého cviku je pouze orientační, hlavním kritériem pro počet opakování cviků byla individuální únava, která měla dopad na kvalitní provedení cviku.

VI. Výsledky

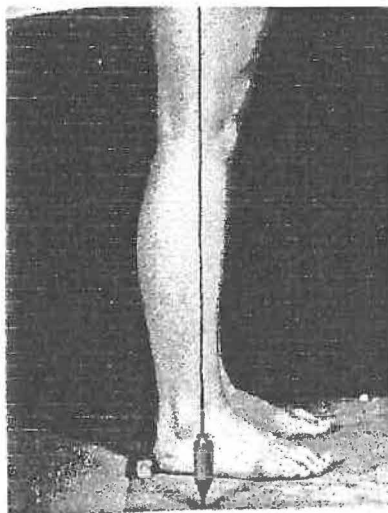
6.1. Metodika zpracování výsledků

Jelikož valnou část tohoto výzkumu tvoří fotografie a videosekvence rozhodla jsem se zpracovat výsledky výzkumu formou srovnání fotografií a videocekvencí před a po aplikované terapii zachycující stejné vyšetření u každého probanda. Důvodem, který mě k tomu vedl, jsou individuální rozdíly v postavení dolních končetin v rovině sagitální a frontální a provedení funkčních testů u jednotlivých probandů. Každé srovnání provází komentář změn postavení jednotlivých segmentů dolní končetiny a provedení funkčních testů po aplikované terapii. U každého probanda jsou shrnuty základní informace plynoucí z dotazníku.

Normou pro hodnocení postavení kloubů dolní končetiny v rovině sagitální a frontální bylo hodnocení postavení dolních končetin uvedené v publikaci: „KENDALL, P.F. *Muscles testing and function with posture and pain*. Philadelphie: Lippincott Williams Wilkins, 1993. ISBN 0 – 683 – 04576 – 8.“ (viz obr. č. 11 a 12)

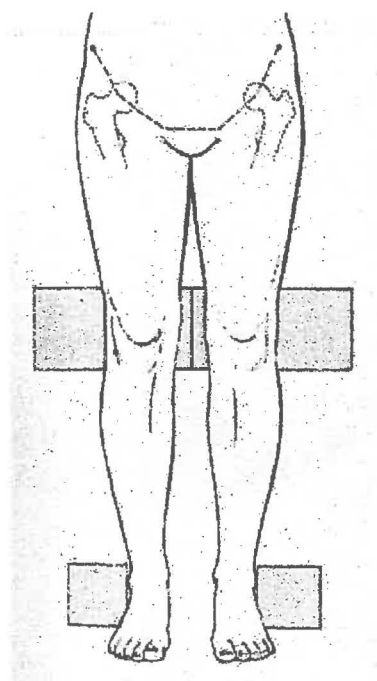


Pohled zepředu (frontální rovina)



Pohled z boku (sagitální rovina)

Obr. č. 11: Správné postavení chodidel a kolenních kloubů (KENDALL, 1993)



Obr. č. 12: Správné postavení chodidel a kolenních kloubů (KENDALL, 1993)

Hodnocení „ správného „ provedení funkčních testů podřepu a doskoku na obě dolní končetiny a doskoku na jednu dolní končetinu je vztaženo k popisu „mediálnímu kolapsu„ kolenního kloubu uvedenému v kapitole 4.11.1 (viz obr. č. 9).

Všechny nalezené odchylky v postavení kloubů dolní končetiny v rovině frontální před prvním měřením, stejně tak změny v postavení kloubů dolní končetiny v rovině frontální po terapii jsou shrnuty v tabulkách.

Veškeré videozáznamy funkčních testů, z nich pořízené fotografie, a fotografie postavení dolních končetin v rovině frontální i sagitální před i po terapii jsou k dispozici v příloze - DVD.

6.2. Výsledky jednotlivých probandů

6.2.1. Proband č. I

Stanovení základního problému:

- Blokačka, odrazová noha je levá.
- V září 2006 měla natažené vazy v pravém kolenním kloubu, úraz byl léčen 2 týdny ortézou, která umožňovala pohyb, 1 týden postiženou DK odlehčovala.
- Před 4 roky prodělala výron kotníku LDK, úraz byl léčen měkkým obvazem a ortézou 3 týdny.
- Nadále po obou úrazech přetrvávají obtíže v místě úrazů; pocit tlaku v kloubu při zatížení.
- 4 roky používá ortézy na oba kotníky z důvodu hypermobility.
- 3 roky používá vložky do bot.

Postavení dolních končetin v rovině frontální



Obr. č. 13 Pohled zepředu před terapií

- VR v kyčelním kloubu LDK.
- ZR v kyčelním kloubu PDK.
- Mírné pronační postavení chodidla PDK.



Obr. č. 14 Pohled zepředu po terapii

- VR v kyčelním kloubu LDK není patrná.
- VR v kyčelním kloubu PDK.
- Váha těla je na LDK.

- Přetrvává pronační postavení chodidla PDK.

Postavení dolních končetin v rovině sagitální



Obr. č. 15 pohled z boku před terapií
- Bez hyperextenze kolenních kloubů



Obr. č. 16 pohled z boku po terapii
- Bez hyperextenze kolenních kloubů

(Pozn. Fakt, že olovnice nedopadá před horní hlezenní kloub je způsobeno, předsunem hlavy)

Funkční test podřepu



Viz příloha dvd/ soubor Proband I/ funkční test podřepu / před terapií

- Je patrný mírný „mediální kolaps“ kolenního kloubu bilat, více na PDK.
- Váha těla je více na LDK.
- Je patrné sešikmení pánve doprava dolů.
- Pronace chodidel bilat.

Obr. č. 17. Funkční test podřepu před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband I / funkční test podřepu / po terapii

- K „ mediálnímu kolapsu kolenního kloubu nedochází bilat.
- Váha těla rozložena rovnoměrně na obě DKK.
- Pronační postavení chodidla LDK.
- Přetrvává sešikmení pánve doprava dolů.

Obr. č. 18. Funkční test podřepu po terapií

Funkční test doskoku na obě dolní končetiny



Viz příloha dvd / soubor Proband I/ Funkční test doskoku na obě DKK / před terapií

- Dochází k „ mediálnímu kolapsu kolenního kloubu bilat.
- Váha těla je více na LDK.
- Sešikmení pánve doleva dolů.

Obr.č. 19 Funkční test doskoku na obě DKK před terapií



Viz příloha dvd /soubor Proband I/ Funkční test doskoku na obě DKK/ po terapii

- Doskok je proveden bez „ mediálního kolapsu“ kolenního kloubu bilat.
- Pánev je v rovině.
- Váha těla je rovnoměrně na obou DKK.

Obr.č. 20. Funkční test doskoku na obě DKK po terapii

Funkční test doskoku na odrazovou dolní končetinu (LDK)



Viz příloha dvd / soubor Proband I / Funkční test doskoku na odrazovou DK / před terapií

- V první fázi kontaktu s podložkou dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu, toto postavení je poté vyrovnáno (dochází k ZR a ABD v kyčelním kloubu)
- Sešikmení pánve doleva dolů.
- Úklon trupu doleva.

Obr. č. 21 Funkční test doskoku na odrazovou DK před terapií



Viz příloha dvd/ soubor Proband I/ Funkční test doskoku na odrazovou DK / po terapii

- V iniciální fázi dochází k mírnému „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu, poté následuje vyrovnávání tohoto postavení.
- Pronace chodidla.
- Sešikmení pánve doleva dolů.
- Úklon trupu doleva již není tak výrazný.

Obr.č. 22 Funkční test doskoku na odrazovou DK po terapii

Funkční test doskoku na neodrazovou končetinu (PDK)



Viz příloha dvd / soubor Proband I / Funkční test doskoku na neodrazovou DK / před terapií

- Dochází „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu.
- Pronace chodidla.
- Sešikmení pánve doprava dolů.

Obr. č. 23. Funkční test doskoku na neodrazovou DK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband I / Funkční test doskoku na neodrazovou DK / po terapii

- Dochází „mediálnímu kolpasu“ kolenního kloubu.
- Přetrvává sešikmení pánve doprava dolů.
- Zlepšilo se postavení chodidla PDK.

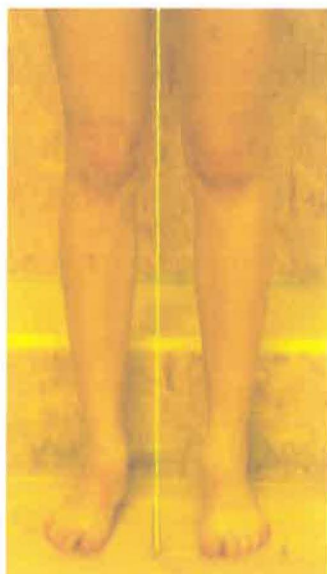
Obr. č. 24. Funkční test doskoku na neodrazovou DK po terapii

6.2.2. Proband č. II

Stanovení základního problému:

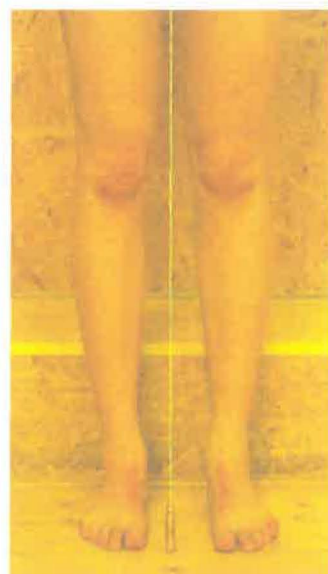
- Blokačka, odrazová noha je levá.
- V únoru 2006 měla přetrhané vazy v kotníku PDK, bezprostředně po úraze byl použit kelén, úraz byl léčen 8 týdnů (14 dní nechodící sádra, 3 týdny chodící sádra).
- Od úrazu neustále používá ortézu na pravý kotník, cítí větší jistotu při pohybu.

Postavení dolních končetin v rovině frontální



Obr. č. 25 Pohled zepředu před terapií

- Mírná VR kyčelního kloubu PDK.
- ZR chodidla PDK.
- Pronace chodidla PDK.



Obr. č. 26 Pohled zepředu po terapii

- VR v kyčelním kloubu PDK.
- Zlepšilo se postavení chodidla PDK.

Postavení dolních končetin v rovině sagitální



Obr. č. 27 Pohled z boku před terapií
Hyperextenze kolenního kloubu
bilat.



Obr. č. 28 pohled z boku po terapii
Bez hyperextenze kolenního kloubu
bilat.

Funkční test podřepu



Viz příloha dvd / soubor Proband II / Funkční test podřepu / před terapií

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu bilat, více patrnému na PDK.
- Je patrná pronace chodidel bilat, která je více zvýrazněna u PDK.

Obr. č. 29 Funkční test podřepu před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband II / Funkční test podřepu / po terapii

- Bez „mediálního kolapsu“ bilat.
- U PDK je stále patrné velmi mírné pronační postavení hlezenního kloubu.

Obr. č. 30 Funkční test podřepu po terapii

Funkční test doskoku na obě dolní končetiny



Viz příloha dvd / soubor Proband II / Funkční test doskoku na obě DKK / před terapií

- Mediální kolaps kolenního kloubu bilat více na PDK.
- Váha těla je na LDK.

Obr. č. 31 Funkční test doskoku na obě DKK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband II / Funkční test doskoku na obě DKK / po terapii

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu bilat.
- Při doskoku je patrné mírné pronační postavení chodidel bilat, více zvýrazněné u PDK.
- Váha těla je na obou DKK.

Obr. č. 32 Funkční test doskoku na obě DKK po terapii

Funkční test doskoku na odrazovou dolní končetinu (LDK)



Viz příloha dvd / soubor Proband II / Funkční test doskoku na odrazovou DK / před terapií

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu.
- Úklon trupu doleva.
- Sešikmení pánve doleva dolů.

Obr. č. 33 Funkční test doskoku na odrazovou DK před terapií



Viz příloha dvd/ soubor Proband II/ Funkční test doskoku na odrazovou DK / po terapii

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu.
- Pronační postavení chodidla.

Obr. č. 34 Funkční test doskoku na odrazovou DK po terapii

Funkční test doskoku na neodrazovou končetinu (PDK)



Viz příloha dvd / soubor Proband II / Funkční test doskoku na neodrazovou DK / před terapií

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu.
- Pronace chodidla.

Obr. č. 35 Funkční test doskoku na neodrazovou DK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband II / Funkční test doskoku na neodrazovou DK / po terapii

- Doskok je bez „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu.
- Je ale patrný laterální shift pánve a úklon trupu vpravo.
- Pronace chodidla.

Obr. č. 36 Funkční test doskoku na neodrazovou DK po terapii

6.2.3. Proband č. III

Stanovení základního problému:

- Smečkařka, odrazová noha je levá.
- Před 3 roky prodělala výron hlezenního kloubu na levé dolní končetině, zranění bylo léčeno týden za pomoci měkkého obvazu.

Postavení dolních končetin v rovině frontální



Obr. č. 37 Pohled zepředu před terapií

- VR v kyčelním kloubu bilat.
- Pronace chodidel bilat.



Obr. 38 Pohled z boku po terapii

- Zlepšení postavení kyčelního kloubu LDK.
- Pronace chodidel bilat.

Postavení dolních končetin v rovině sagitální



Obr. č. 39 Pohled z boku před terapií
Hyperextenze kolenních kloubů
není přítomna.



Obr. č. 40 Pohled z boku po terapii
Hyperextenze není přítomna, váha trupu
je na přední části chodidel.

Funkční test podřepu



Viz příloha dvd / soubor Proband III / Funkční test podřepu / před terapií

- Dochází k „mediálnímu kolapsu kolenního kloubu bilat, který je u PDK více patrný.
- Sešikmení pánve doleva dolů.
- Váha těla je na LDK.
- Supinační postavení chodidla PDK.

Obr. č. 41 Funkční test podřepu před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband III / Funkční test podřepu / po terapii

- Podřep je proveden bez „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu bilat.
- Sešikmení pánve doprava dolů.
- Zlepšilo se postavení chodidel.

Obr. č. 42 Funkční test podřepu po terapii

Funkční test doskoku na obě dolní končetiny



Viz příloha dvd / soubor Proband III / Funkční test doskoku na obě DKK / před terapií

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu PDK .

Obr.č. 43 Funkční test doskoku na obě DKK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband III / Funkční test doskoku na obě DKK / po terapii

- „Mediální kolaps“ kolenního kloubu PDK.
- Sešikmení pánve doprava dolů.
- Širší baze.
- Pronace chodidla PDK.

Obr. č. 44 Funkční test doskoku na obě DKK po terapii

Funkční test doskoku na odrazovou dolní končetinu (LDK)



Viz příloha dvd / soubor Proband III / Funkční test doskoku na odrazovou DK / před terapií

- Doskok je proveden s „mediálním kolapsem“ kolenního kloubu.
- Dochází k mírné pronaci chodidla.
- Sešikmení pánve doleva dolů.

Obr.č. 45 Funkční test doskoku na odrazovou DK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband III / Funkční test doskoku na odrazovou DK / po terapii

- „Mediální kolaps“ kolenního kloubu.
- Mírné sešikmení pánve doprava dolů.

Obr. č. 46 Funkční test doskoku na odrazovou DK po terapii

Funkční test doskoku na neodrazovou končetinu (PDK)



Viz příloha dvd /soubor Proband III / Funkční test doskoku na neodrazovou DK / před terapií

- K „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu v iniciální fázi nedochází, poté je patrná instabilita v oblasti hlezenního kloubu a dochází k „ mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu.
- Laterální instabilita pánve, sešikmení pánve doprava dolů.
- Pronace chodidla.

Obr.č. 47 Funkční test doskoku na neodrazovou DK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband III / Funkční test doskoku na neodrazovou DK / po terapii

- V prvotním kontaktu DK s podložkou nedochází k „ mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu, poté následuje „mediální kolaps,“ kolenního kloubu, který je ihned následně vyrovnán.
- Pánev v rovině.

Obr. č. 48 Funkční test doskoku na neodrazovou DK po terapii

6.2.4. Proband č. IV

Stanovení základního problému:

- Smečarka, odrazová noha je levá.
- Před rokem měla přetržené vazy v kotníku LDK, úraz byl ošetřen kelénem, měla měsíc nechodící sádku, poté měsíc chodící. Po zranění při tréninku používala 2 měsíce ortézu, poté tape.

Postavení dolních končetin v rovině frontální



Obr. č. 49 Pohled zepředu před terapií

- Pronace chodidel bilat.
- ZR v kyčelním kloubu PDK.
- ZR chodidel bilat.
- VR v kyčelním kloubu LDK.
- ZR celé PDK.
- Váha těla je na obou DKK.



Obr. č. 50 Pohled zepředu po terapii

- Pronace chodidel bilat.
- ZR v kyčelním kloubu PDK.
- ZR chodidel bilat.
- Zlepšení postavení kyčelního LDK.
- Váha těla je více na LDK.

Postavení dolních končetin v rovině sagitální



Obr. č. 51 Pohled z boku před terapií
Hyperextenční postavení kolenního
kloubu bilat není patrné.



Obr. č. 52 Pohled z boku po terapii
Hyperextenční postavení kolenního
bilat není patrné.

Funkční test podřepu



Viz příloha dvd / soubor Proband IV / Funkční test podřepu / před terapií

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu bilat.
- ZR a pronační postavení chodidel bilat.
- Sešímení pánve doleva dolů.
- Váha těla je více na LDK.

Obr.č. 53 Funkční test podřepu před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband IV/ Funkční test podřepu / po terapii

- Nedochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu bilat.
- Pánev je v rovině.
- Váha je na LDK.
- Nadále přetrvává pronační a ZR postavení chodidel.

Obr. č. 54 Funkční test podřepu po terapii

Funkční test doskoku na obě dolní končetiny



Viz příloha dvd / soubor Proband IV / Funkční test doskoku na obě DKK / před terapií

- „Mediální kolaps“ kolenního kloubu bilat.
- ZR a pronace chodidel.

Obr.č. 55 Funkční test doskoku na obě DKK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband IV / Funkční test doskoku na obě DKK / po terapii

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu PDK.
- Pronace chodidla PDK.
- ZR chodidel bilat.

Obr. č. 56 Funkční test doskoku na obě DKK po terapii

Funkční test doskoku na odrazovou dolní končetinu (LDK)



Viz příloha dvd/ soubor Proband IV/ Funkční test doskoku na odrazovou DK / před terapií

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu.
- Sešikmení pánve doleva dolů.
- Laterální instabilita pánve.
- Úklon trupu doleva.

Obr. č. 57 Funkční test doskoku na odrazovou DK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband IV / Funkční test doskoku na odrazovou DK / po terapii

- Dochází k „ mediálnímu kolapsu“.
- Laterální instabilita pánve.
- Pronace chodidla.
- Zmenšil se úklon trupu doleva.

Obr. č. 58 Funkční test doskoku na odrazovou DK po terapii

Funkční test doskoku na neodrazovou končetinu (PDK)



Viz příloha dvd / soubor Proband IV / Funkční test doskoku na neodrazovou DK / před terapií

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu.
- Sešikmení pánve doprava dolů.
- Laterální instabilita pánve.

Obr. č. 59 Funkční test doskoku na neodrazovou DK před terapií



Viz příloha dvd /soubor Proband IV/ Funkční test doskoku na neodrazovou DK / po terapii

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu.
- Laterální instabilita pánve.
- Pronace chodidla.

Obr. č. 60 Funkční test doskoku na neodrazovou DK po terapii

6.2.5. Proband č. V

Stanovení základního problému:

- Blokačka, odrazová dolní končetina je levá.
- V únoru 2006 měla vodu v koleni LDK, 3 týdny nosila ortézu, která umožňovala pohyb kolenního kloubu. Poté používala při tréninku 3 měsíce ortézu na koleno LDK. I nadále přetrvávají obtíže v podobě píchání v kolenním kloubu po dlouhém stání.

Postavení dolních končetin v rovině frontální



Obr. č. 61 Pohled zepředu před terapií

- Mírná VR kyčelního kloubu PDK.
- Pronace chodidel bilat.
- ZR chodidel bilat, více na LDK.
- Váha těla je na pravé DK.



Obr. č. 62 Pohled zepředu po terapii

- ZR kyčelního kloubu PDK.
- Zlepšení postavení chodidla LDK.
- ZR celé PDK .
- Váha těla je stále na PDK.

Postavení dolních končetin v rovině sagitální



Obr.č. 63 Pohled z boku před terapií

- Hyperextenční postavení kolenních kloubů není přítomno.



Obr. č. 64 Pohled z boku po terapii

- Hyperextenční postavení kolenních kloubů není přítomno.

Funkční test podřepu



Viz příloha dvd / soubor Proband V / Funkční test podřepu / před terapií

- Mírný „mediální kolaps“ kolenního kloubu bilat, více patrný na PDK.
- Je patrné pronační postavení chodidla PDK.
- ZR postavení chodidel bilat.
- Sešikmení pánve doleva dolů.
- Váha těla je více na LDK.

Obr. č. 65 Funkční test podřepu před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband V / Funkční test podřepu / po terapii

- Bez „mediálního kolapsu“ kolenních kloubů bilat.
- Zlepšilo se postavení chodidla PDK.

Obr. č. 66 Funkční test podřepu po terapii

Funkční test doskoku na obě dolní končetiny



Viz příloha dvd / soubor Proband V / Funkční test doskoku na obě DKK / před terapií

- Dochází k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu bilat, více zvýrazněnému na PDK.
- Pronace chodidel bilat, více na PDK.

Obr.č. 67 Funkční test doskoku na obě DKK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband V / Funkční test doskoku na obě DKK / po terapii

- Dochází k „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu LDK.
- Zlepšilo se i postavení chodidel při doskoku - eliminována pronace, zvláště u PDK.

Obr. č. 68 Funkční test doskoku na obě DKK po terapii

Funkční test doskoku na odrazovou dolní končetinu (LDK)



Viz příloha dvd / soubor Proband V / Funkční test doskoku na odrazovou DK / před terapií

- V iniciální fázi kontaktu s podložkou dochází „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu, následuje ZR a ABD v kyčelním kloubu (snaha o vyrovnání).
- Pronace chodidla.
- Laterální instabilita pánve.

Obr. č. 69 Funkční test doskoku na odrazovou DK před terapií



Viz příloha dvd / soubor Proband V / Funkční test doskoku na odrazovou DK / po terapii

- V iniciální fázi kontaktu s podložkou je patrný mírný „mediální kolaps“ kolenního kloubu, následně dochází k ZR a ABD v kyčelním kloubu (vyrovnání postavení).
- Zlepšení postavení chodidla.
- Nadále dochází k laterální instabilitě pánve.
- Patrná větší stabilita při doskoku.

Obr. č. 70 Funkční test doskoku na odrazovou DK po terapii

Funkční test doskoku na neodrazovou končetinu (PDK)



Viz příloha dvd / soubor Proband V / Funkční test doskoku na neodrazovou DK / před terapií

- V iniciální fázi kontaktu s podložkou nedochází k „ mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu, poté následuje instabilita hlezenního kloubu.
- Pronační postavení chodidla.

Obr.č. 71 Funkční test doskoku na neodrazovou DK



Viz příloha dvd / soubor Proband V / Funkční test doskoku na neodrazovou DK / po terapii

- Doskok je proveden s „ mediálním kolapsem“ kolenního kloubu.
- Pronace chodidla.

Obr. č. 72 Funkční test doskoku na neodrazovou DK po terapii

6.3. Souhrn výsledků

6.3.1. Postavení dolních končetin v rovině frontální (pohled zepředu)

Před terapií bylo nalezeno u všech pěti probandů změněné postavení chodidel. U třech probandů byla pronace chodidel patrná na obou dolních končetinách, u dvou probandů pouze na pravé dolní končetině.

Pouze u jednoho probanda bylo před terapií nalezeno nerovnoměrné rozložení váhy těla na dolních končetinách, ve smyslu zvýšeného zatížení LDK.

U všech pěti probandů bylo před terapií nalezeno změněné postavení v kyčelním kloubu obou nebo jen jedné DK ve smyslu zevní nebo vnitřní rotace. U jednoho probanda byla patrná vnitřní rotace na obou DKK, u 2 probandů na LDK a u zbylých dvou probandů na PDK. U dvou probandů bylo patrné zevně rotační postavení kyčelního kloubu na PDK.

Výše zmíněné výsledky shrnuje tabulka č. 1. (viz Příloha – Tabulky)

U třech probandů bylo po terapii nalezeno pronační postavení chodidel. U dvou probandů na obou DKK, u jednoho probanda na PDK. U probandů, kteří měli před terapií ponační postavení patrné na jedné DK , PDK, došlo po terapii k úpravě postavení chodidla PDK .U dvou probandů , kteří měli pronační postavení obou chodidel před terapií, tento stav setrval i po aplikované terapii. U jednoho probanda, který měl před terapií pronační postavení chodidel na obou DKK došlo k úpravě postavení chodidla LDK.

Po terapii přetrvalo rovnoměrné zatížení DKK jen u dvou probandů ze čtyř, u dvou zbylých, došlo ke změně zatížení DKK a to ve smyslu většího zatížení LDK. U jednoho probanda bylo změněné zatížení DKK stejné jako před terapií.

U jednoho probanda, který měl před terapií VR postavení kyčelních kloubů obou DKK došlo k zlepšení postavení kyčelního kloubu LDK. U jednoho probanda, který měl VR postavení kyčelního kloubu LDK, došlo k zlepšení postavení kyčelního kloubu LDK, naopak ZR postavení kyčelního kloubu PDK téhož probanda přetrvalo i po terapii. U jednoho probanda přetrvalo VR postavení kyčelního kloubu i po terapii. U jednoho probanda došlo ke změně postavení kyčelního kloubu PDK z VR postavení před terapií na ZR postavení po terapii. U jednoho probanda došlo ke zlepšení VR

postavení kyčelního kloubu LDK po terapii, naopak ZR postavení kyčelního kloubu PDK téhož probanda před terapií přešlo do VR postavení kyčelního kloubu po terapii. Výše zmíněné výsledky shrnuje tabulka č. 2. (viz Příloha – Tabulky)

6.3.2. Postavení dolních končetin v rovině sagitální (pohled z boku)

Před terapií bylo u jednoho z pěti probandů patrné hyperextenční postavení kolenního kloubu.

Po terapii nebylo u výše zmíněného probanda patrné hyperextenční postavení kolenního kloubu.

6.3.3. Funkční test podřepu

Před terapií byl u všech pěti testovaných probandů patrný v individuálně odlišné míře „mediální kolaps“ kolenního kloubu na obou DKK. U čtyř z pěti probandů byl „mediální kolaps“ kolenního kloubu patrný ve větší míře na pravé dolní končetině, tedy jejich neodrazové dolní končetině. U jednoho probanda byl „mediální kolaps“ symetrický na obou dolních končetinách. Před terapií bylo u čtyř z pěti probandů změněné rozložení váhy těla na dolních končetinách; váha těla byla více na LDK.

Po terapii nebyl „mediální kolaps“ kolenního kloubu přítomen u žádného z pěti probandů a došlo k rovnoměrnému zatížení obou dolních končetin u tří ze čtyř výše zmíněných probandů.

6.3.4. Funkční test doskoku na obě dolní končetiny

Tento test byl na začátku terapie proveden u všech pěti probandů s „mediálním kolapsem“ kolenního kloubu. U čtyř probandů byl „mediální kolaps“ kolenního kloubu přítomen na obou DKK, u jednoho probanda pouze na pravé dolní končetině. U dvou z pěti probandů bylo patrné nerovnoměrné zatížení DKK, ve smyslu většího zatížení LDK. U všech pěti probandů byl „mediální kolaps“ kolenního kloubu horší na pravé dolní končetině

Po terapii došlo pouze u jednoho probanda z pěti k odstranění „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu. U čtyř zbylých probandů je „mediální kolaps“ kolenního kloubu stále přítomen, ale v podstatně menší míře, a to u jednoho probanda stále

na obou DKK, u dvou probandů pouze na PDK a u jednoho probanda pouze na LDK. Zlepšilo se také rozložení váhy těla rovnoměrně mezi obě DKK u dvou výše zmíněných probandů.

6.3.5. Funkční test doskoku na odrazovou dolní končetinu

U všech pěti probandů byl před terapií přítomen „mediální kolaps“ kolenního kloubu na odrazové dolní končetině při doskoku v individuálně odlišné míře.

Po terapii nedošlo k odstranění „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu u žádného z pěti probandů. U některých probandů je patrné, že je doskok na odrazovou dolní končetinu stabilnější, došlo k zlepšení postavení chodidla nebo nedochází již k sešikmení pánve.

6.3.6. Funkční test doskoku na neodrazovou dolní končetinu

Před terapií byl přítomen „mediální kolaps“ kolenního kloubu na neodrazové dolní končetině při doskoku u všech pěti probandů v individuálně odlišné míře. U dvou z pěti probandů nebyl „mediální kolaps“ kolenního kloubu v iniciální fázi doteku s podložkou přítomen, následně však došlo „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu.

Po terapii bylo patrné u některých probandů, zlepšení „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu na neodrazové dolní končetině. U jednoho z pěti probandů nebyl „mediální kolaps“ kolenního kloubu přítomen.

6.3.7. Srovnání doskoku na odrazovou a neodrazovou dolní končetinu

U třech z pěti probandů je doskok na odrazovou DK srovnatelný s doskokem na neodrazovou DK. U jednoho ze dvou zbylých probandů je horší doskok na odrazovou dolní končetinu, u druhého na odrazovou dolní končetinu.

VII. Diskuze

Hlavním cílem této diplomové práce bylo ověřit vliv cvičení v uzavřených kinetických řetězcích; propioceptivního tréninku na nervosvalovou stabilizaci kloubů dolní končetiny. Na podkladě zpracované literární řešerže a pročtené literatury související s tímto tématem můžeme říci, že se námi dosažené výsledky v mnohém shodují, ale i liší od výsledků uvedených v pročtených literárních studiích.

Námi dosaženými výsledky můžeme potvrdit fakt uváděný ve studiích Vélého (2003) a Hewweta (2005 **), že na postavení a nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu, jakožto vmezeřeného kloubu mezi hlezenním a kyčelním kloubem na dolní končetině, má vliv postavení distálních segmentů, myšleno postavení hlezenního kloubu, i proximálních segmentů postavení kyčelního kloubu.

V naší studii bylo přítomno změněné postavení buď kyčelního nebo hlezenního kloubu nebo obou kloubů patrně jen na jedné nebo obou dolních končetinách u takřka většiny probandů. Toto změněné postavení v rovině frontální se také promítlo do provedení funkčních testů, kde docházelo k „mediálnímu kolapsu“ kolenního kloubu v individuálně odlišné míře závislé na velikosti zjištěné patologie v postavení kloubů dolní končetiny v rovině frontální při stoji. Můžeme tedy říci, že existuje přímá úměra mezi velikostí patologie v postavení kloubů dolní končetiny a mírou patologického provedení funkčních testů.

Dále se také shodujeme s tvrzením autorů Hewweta (2005 **) a Mayera (2004), že u žen, respektive mladých dívek, se vyskytuje snížená koaktivační funkce v mediolaterálním směru mezi mediálním a laterálním vastem m. quadriceps femoris a mezi mediální a laterální skupinou hamstringů (m. semimembranosus a m. semitendinosus x m. biceps femoris), která se při našich funkčních testech projevuje „mediálním kolapsem“ kolenního kloubu. Velký podíl na vzniku „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu jak již bylo výše uvedeno má i postavení, potažmo svalová souhra v oblasti kyčelního a hlezenního kloubu. V oblasti kyčelního kloubu můžeme tuto sníženou koaktivaci připsat dysbalanci v aktivaci mezi mediálními stabilizátory pánve a vnitřními rotátory a adduktory kyčelního kloubu. V oblasti hlezenního kloubu snížením souhry mezi supinátory a pronátory chodidla.

V námi vytvořené literální řešerži jsme nikde nenašli zmínku o vlivu mm. gastrocnemii na dynamickou stabilizaci kolenního kloubu v mediolaterálním směru přestože je caput mediale m. gastrocnemius zařazena mezi mediální dynamické stabilizátory kolenního kloubu a caput laterale m. gastrocnemius řazena mezi laterální dynamické stabilizátory kolenního kloubu.

Autoři Hewwet (2005**) a Mayer (2004) uvádí účast mm. gastrocnemii pouze na dynamické stabilizaci kolenního kloubu v anteroposteriorním směru.

V důsledku zařazení laterální a mediální hlavy m. gastrocnemius mezi dynamické stabilizátory kolenního kloubu, jsme toho názoru, že tato svalová skupina stejně jako v anteroposteriorním směru hraje důležitou roli při stabilizaci kolenního kloubu ve směru mediolaterálním a také disproporce mezi koaktivací mediální a laterální hlavy m. gastrocnemius vede k ovlivnění stabilizace kolenního kloubu v mediolaterálním směru.

Z naší výzkumné studie se nepotvrdil fakt, že ženské koleno při zatížení má tendenci k uzamčení v hyperextenzi. Hyperextenční postavení kolenního kloubu v rovině sagitální ve stoji bylo patrné pouze u jednoho probanda. Následnou terapií došlo u tohoto probanda k úpravě postavení kolenního kloubu v rovině sagitální. Také provedení funkčních testů doskoku na obě dolní končetiny, na odrazovou a neodrazovou dolní končetinu nepotvrdilo tendenci k uzamčení kolenního kloubu do hyperextenze při zatížení. Při provedení funkčních testů převládal „mediální kolaps“ kolenního kloubu. Myslíme si že uzamčení kolenního kloubu do hyperextenze se projeví až při únavě svalů dolní končetiny po velkém zatížení, kdy dochází ke změně koaktivace svalů (ve prospěch m. quadriceps femoris) podílejících se na stabilizaci kolenního kloubu v anteroposteriorním směru a funkci unavených svalů přeberou ligamenta. Bylo by také zajímavé detekovat způsob stabilizace kolenního kloubu při hře, kdy dochází k zcela automatickému výběru pohybového programu dle aktuální situace bez účasti vědomí jedince. Na základě tohoto bychom pak mohli tvrdit, že ženské koleno při zatížení má tendenci k uzamčení v hyperextenzi, s plnou platností vyvrátit.

Souhlasíme s tvrzením uvedeným ve studii Hewweta (2005**), že snížená aktivita gluteálního svalstva ovlivňuje během zatížení (doskoku) kyčelní kloub do vnitřní rotace a vede k valgóznímu postavení kolenního kloubu. Myslíme si ale, že není vhodné používat globálního názvu gluteálního svalstva jednak z důvodu rozdílné funkce m. gluteus maximus, medius a minimus, a na druhé straně z důvodu toho, že na stabilizaci pánve a kyčelního kloubu v rovině horizontální, a především při stoji na jedné dolní končetině, se podílí pouze m. gluteus medius.

Řada autorů (HUGHES, 2006; HEWWET, 2002; LIVINGSTON, 1997) uvádí Q úhel, jako jeden z faktorů mající vliv na pasivní stabilitu kolenního kloubu. Nikdo z jmenovaných se však nevyjadřuje k metodologickému postupu získání hodnot Q úhlu. Z naší zkušenosti, kdy hodnota Q úhlu měla být jedním z ukazatelů hodnocení funkčnosti kolenního kloubu můžeme říci, že bez rentgenového snímku není možné přesně stanovit hlavní orientační body pro pozdější výpočet validní hodnoty Q úhlu.

Provedení naší výzkumné studie se v mnohém rozcházela s provedením výzkumu ve studiích Hewweta (2006), Myera (2005), Paterna (2004) zabývajících se také vlivem nervosvalového tréninku na stabilitu kolenního kloubu nebo celé dolní končetiny.

Rozdíly byly především:

- 1) v délce a frekvenci nervosvalového tréninku,
- 2) ve výběr cviků a funkčních testů,
- 3) ve výběru objektivizačních metod.

Ad 1. Nervosvalový trénink byl u Paterna a Myera prováděn po dobu šesti týdnů, 3x týdně, jeden trénink trval 90 minut. U Hewweta po dobu 7 týdnů bez specifikace délky a frekvence tréninku. V naší studii byl nervosvalový trénink prováděn do dobu 3 měsíců, 4x týdně, jeden trénink trval cca 10 minut.

Ad 2. Pouze jeden náš funkční test (doskoku na obě dolní končetiny) se shodoval s funkčním testem uvedeným ve studii Hewweta (2006) a Myera (2005), u kterého po funkčním testu doskoku následoval maximální výskok.

POZN. **HEWWETT, E. T., ZAZULAK, T. B., MYER, D. G.: A review of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. *British. J. Sports Med.* 39, 2005, s. 347 – 350.

Námi dosažené výsledky při provedení funkčního testu doskoku na obě dolní končetiny ukazují stejně jako výsledky Myera (2005) a Hewweta (2006) na zlepšení dynamické stabilizace kolenního kloubu, v naší studii reprezentované snížením „mediálního kolapsu“ kolenního kloubu po nervosvalovém tréninku.

Ostatní námi zvolené funkční testy nemohou být s jinými autory porovnány.

Myer (2005) dále testoval vliv nervosvalové stability převážně na zlepšení výskoku, délky skoku z místa a snížení času sprintu. Myslím si, že zlepšení výsledků právě těchto testů by mělo velký vliv na přesvědčení trenérů o důležitosti a vhodnosti zařazení nervosvalového tréninku do jejich tréninkových jednotek. Zlepšení časů sprintu a zvýšení distancí skoku do dálky a výskoku by bylo možno doložit jako důkaz o viditelném efektu nervosvalového tréninku.

Paterno (2004) testoval při stoji na jedné dolní končetině její dynamickou stabilitu před a po nervosvalovém tréninku. Na základě svého měření udává lepší dynamickou stabilitu pravé dolní končetiny oproti levé dolní končetině před i po nervosvalovém tréninku, neuvádí však dále zda jde u jeho testovaných probandů o odrazovou nebo dopadovou dolní končetinu, nebo jaké je procentuální zastoupení odrazové a dopadové dolní končetiny na pravé či levé dolní končetině u jeho probandů.

My z našich výsledků funkčního testu doskoku na jednu dolní končetinu nemůžeme vyvodit, zda se u našich probandů při provedení tohoto funkčního testu nachází lepší dynamická stabilizace kloubů dolní končetiny na pravé či levé dolní končetině před ani po aplikované terapii.

V naší výzkumné skupině nedošlo k výraznému ovlivnění funkčního testu doskoku na jednu dolní končetinu. Tento „ neúspěch“ je možné vysvětlit vysokou náročností na stabilizaci kloubů při dopadu na jednu dolní končetinu.

Ad 3. Výběr objektivizačních metod byl také jedním z hlavních rozdílů odlišnosti naší práce od výzkumu výše uvedených autorů. Hewwet (2006) a Myer (2005) použili k objektivizaci svého výzkumu 3D analýzu a Paterno (2004) Biodex stability systém. Naší hlavní objektivizační metodou bylo použití digitální videokamery za účelem detekce poloh segmentů dolních končetin v průmětu do frontální roviny.

Je nám známo, že výběr 3D analýzy jako objektivizační metody našeho výzkumu by byl vhodnější, protože data jí získaná vypovídají lépe o kinematice kloubů dolní končetiny a pánve, díky využití znázornění v trojrozměrném prostoru. Z důvodů

nízké dostupnosti 3D analýzy a finančních důvodů však výběr této metody nebyl možný.

Námi uvedená obrazová data slouží k nezávislému posouzení důsledků nervosvalové kontroly kolenního kloubu při funkčním testu podřepu a doskoku na obě a jednu dolní končetinu. Videosekvence zobrazují průmět výše zmíněných testů před a po terapii ve frontální rovině.

Chtěla bych také osvětlit důvod proč jsme v naší výzkumné studii netrvali na standardním postavení dolních končetin jak uvádí například Véle (2003 ³). Při provedení funkčního testu podřepu si myslíme, že ponechání volnosti v zaujmutí výchozí polohy dolních končetin ve stoji umožní individuální a pro daného probanda typické, provedení pohybu z jeho, pro něj „optimální“ výchozí pozice, na kterou je zvyklý. Při hodnocení postavení kloubů dolních končetin v rovině frontální ve stoji se domníváme, že je důležité hodnotit stoj (postavení kloubů dolní končetiny), který je pro daného probanda v tu chvíli „nejvhodnější a nejstabilnější“. Nucení do „správného“ výchozího postavení zkreslí ne-li potlačí individuální pohybový projev jedince při daném funkčním testu.

Jsme si vědomi řady faktorů, které mohly mít zásadní vliv na naše výsledky.

Mezi hlavní důvody „ neúspěchu“ našeho výzkumu lze připočítat:

1. vliv dlouhodobě fixovaného pohybového programu,
2. nedostatečnou motivaci a koncentraci,
3. svalovou únavu,
4. preference globálního přístupu před individuálním,
5. neovlivnění primárního místa poruchy.

Ad 1. Véle (2003) uvádí hlavní problémy u sportovních her, se kterými se my po zhodnocení námi dosažených výsledků plně ztotožňujeme. Fakt, že volejbal stejně jako ostatní sportovní hry v důsledku svojí rychlosti neklade důraz na precizní, procítěné, pomalé koordinované provedení pohybu, vědomě řízené s využitím tělového schématu, vede k prodloužení, ne – li zabránění vstupu nového pohybového programu do podvědomí.

Pozn. ³ DKK na šířku pánve, chodidla paralelně, nebo úhel, který svírají mezi sebou DKK by měl být maximálně 15°.

Proto je otázkou zda je vůbec možné ovlivnit pohybové stereotypy především doskoku a podřepu při herní činnosti, kde jsou zcela automaticky vyvolávány z CNS bez účasti vědomí a dlouhodobě fixovány, aniž by je jedinec předtím trénoval při hře zpomaleně, aby bylo možné pohyb korigovat, a za plné účasti vědomí.

Ad 2. Jak je uvedeno v kapitole 4.4. Proces řízení, má velký vliv na fixaci nového pohybového programu motivace a koncentrace. Jelikož proprioceptivní cvičení byla prováděna po tréninku mohla i snížená koncentrace a motivace (v podobě touhy hráček jít domů) mít podíl na charakteru dosažených výsledků. Nesmíme opomenout i celkovou únavu organismu, z důvodu toho že tréninky probíhaly ve večerních hodinách (18 - 20 hod).

Ad.3 Jedním z hlavních faktorů ovlivňující dynamickou stabilizaci kloubů je svalová únava, jak uvádí ve své studii Hughes (2006). I svalová únava mohla v našem případě sehrát velkou roli v námi dosažených výsledcích. Z důvodů nenarušení celistvosti tréninku a koncentrace hráček probíhala proprioceptivní cvičení po tréninku. Sice vždy proprioceptivnímu tréninku předcházela cca 5 ti minutová pauza, kdy mohlo dojít k „částečné“ relaxaci namáhaných svalů při tréninku, přesto si myslím že měla svalová únava vliv na námi dosažené výsledky. Z toho důvodu je i závažnější doba 90 minut , kterou autoři Paterno (2004), Myer (2005) uvádějí ve svých studiích jako dobu vyhraněnou nervosvalovému tréninku. Zde je nutno upřesnit skladbu tohoto jejich tréninku. Proprioceptivní trénink; balanční trénink byl pouze jednou ze součástí 90 minutového tréninku, který nadále obsahoval rychlostní trénink, rychlostní trénink proti odporu, plyometrický trénink, rychlostně intervalový trénink, strečink a pohybový trénink (skoky, přeskoky atd.). Na základě skladby jejich tréninku, který má ovlivňovat nervosvalovou koordinaci je na snaze úvaha spíše o tréninku rozvíjejícím všeobecně obratnost, rychlost a sílu. I přesto tento druh tréninku, jak popisují autoři má pozitivní vliv na nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu.

Svalová únava zhoršuje pohybovou koordinaci a tudíž při nácviku nového pohybového programu není vítaná.

Ad 4. Je třeba se zmínit také o možnosti dosáhnutí lepších výsledků při individuálnímu přístupu k jednotlivým probandům. Toho nebylo možné dosáhnout jednak z časových a prostorových důvodů a z důvodu nenarušení koncepce tréninku a koncentrace hráček.

Celistvost terapie narušovala i drobná zranění hráček i jejich celkový zdravotní stav.

Ad 5. V neposlední řadě je třeba vzít v úvahu, že změněné postavení kloubů dolní končetiny mohlo vzniknout až sekundárně v důsledku funkčního či strukturálního problému z oblastí vyšších etáží; pánve či páteře, tudíž pokud nedojde k ovlivnění primárního místa vzniku poruchy nemůže dojít k ovlivnění sekundárně vzniklých změn na pohybovém aparátu.

Z vět uvedených v kapitole 4.5. Kineziologické, neurofyziologické a biomechanické aspekty sportovní hry volejbal vyplývá, že je při volejbale nutná dobrá stabilizace polohy při herních činnostech pro dosažení optimálního výkonu, tlumení kinetické energie volejbalového míče při přihrávce i doskoku a k prevenci poranění či přetížení. Jinými slovy – cvičení bez zvládnuté statické a dynamické stabilizace kloubů jakékoliv části těla bude přinejmenším málo efektivní, ne – li výslovně rizikové. Bohužel nácvik celkové stability jednotlivých výchozích poloh pro odbití míče není ve volejbale součástí tréninků, to samé je možno říci i o propioceptivním tréninku dolní končetiny.

Ráda bych touto cestou apelovala na vytvoření uceleného postupu aplikovatelného do tréninkových jednotek pro obnovení a trénink nervosvalové kontroly kloubů dolních končetin a celkové stability.

Proprioceptivnímu tréninku by mělo předcházet protažení svalů dolní končetiny, horní končetiny a trupu a jejich zahřátí.

Ve své podstatě může správně prováděný propioceptivní trénink eliminovat zranění kloubů dolních končetin, přetížení měkkých tkání dolních končetin, odstranit bolesti pohybového aparátu a zlepšit i celkový výkon sportovce.

Na nutnosti zařazení nervosvalového tréninku jako nedílnou součást tréninků mladých dívek pro zlepšení stability dolní končetiny a redukci zranění na dolní končetině se shodují ve svých studiích autoři Hewwet (2006) , Myer (2005) a Paterno, (2004). Myer (2005) uvádí ,že kombinace komponent plyometrického tréninku, tréninku proti odporu (resistance training), protahování, balančního tréninku

a rychlostního tréninku by měly přispět ke zvýšení výkonu jedince a zlepšení biomechaniky dolní končetiny. Pokud by došlo k rozšíření komplexního neuromuskulárního tréninku využívaného u sportovkyň mohlo by dojít k dosažení optimálního výkonu skrze kombinaci zvýšení síly, pevnosti, rychlosti, celkové stability, funkční biomechaniky a k redukci zranění.

Klíčem k funkčnímu stavu dolní končetiny je posturální stabilita a propiocepce dolních končetin. (PATERNO, 2004)

Je možno učinit závěr, že propioceptivní trénink a cvičení v uzavřených kinetických řetězcích má vliv na nervosvalovou stabilizaci kolenního kloubu, čímž přispívá k redukci rizika poškození předního zkříženého vazy, ale i vzniku jiných poranění kloubů či přetížení měkkých tkání dolní končetiny u mladých sportovkyň.

Tento náš závěr, se shoduje se závěrem autorů Hewweta (2006), Myera (2005), Paterna (2004), kteří se také zabývali vlivem propioceptivního tréninku na nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu.

Závěrem bych chtěla poukázat na nízké procento českých publikací týkající se nervosvalové kontroly kolenního kloubu a důležitosti začlenění jejího výcviku do běžných denních činností (chůze, chůze po schodech), ale i sportovních činností (běh, doskoky, podřepy atd.).

VIII. Závěr

Úkolem této diplomové práce bylo podat přehled o možných příčinách vzniku porušení dynamické stabilizace kolenního kloubu u mladých hráčů volejbalu věkové kategorie 15 – 16 let a rizicích promítajících se do pohybového aparátu z toho plynoucích.

Cílem této práce bylo posoudit nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu u vybrané skupiny probandů, která by měla být podkladem pro kvalitní dynamickou stabilizaci kolenního kloubu.

Dále si tato práce kladla za cíl ověřit vliv cvičení v „uzavřených kinetických řetězcích a proprioceptivního tréninku“ (HEWWET, 2006; MYER, 2005) na ovlivnění nervosvalové kontroly kolenního kloubu.

V závislosti na posouzení poloh segmentů dolní končetiny při funkčních testech dle normy pro hodnocení „ mediálního kolapsu“ kolenního kloubu převzaté z publikace „MAGEE, J.D. *Orthopaedic Physical Assesment*“ a na základě posouzení postavení kloubů dolní končetiny v rovině sagitální a frontální dle normy uvedené v publikaci „KENDAL, P.F. *Muscles testing and function with posture and pain*“ můžeme říci, že se námi stanovená Hypotéza č. I potvrdila v celém svém rozsahu.

Hypotéza č. II se po zhodnocení provedení funkčních testů dle výše uvedené normy potvrdila ve vztahu k snížení „ mediálního kolapsu“ kolenního kloubu při funkčním testu podřepu a doskoku na obě dolní končetiny v celém rozsahu. Provedení funkčního testu doskoku na odrazovou nebo neodrazovou dolní končetinu se zlepšilo pouze u některých probandů.

Námi dosaženými výsledky se můžeme ztotožnit s tvrzením autorů Hewweta (2006), Myera (2005), kteří uvádí pozitivní vliv „cvičení v uzavřených kinetických řetězcích a proprioceptivního tréninku“ na nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu.

Výsledky naznačují, že „proprioceptivní trénink a cvičení v uzavřených kinetických řetězcích“ (HEWWET, 2006; MYER, 2005) má vliv na nervosvalovou kontrolu kolenního kloubu i na postavení jednotlivých kloubů dolní končetiny v rovině frontální a sagitální.

Velký vliv na dosažení pozitivního výsledku má motivace, soustředění se na pohyb, pomalé a vědomé provádění pohybů.

IX. Použitá literatura

1. BARTONÍČEK, J., ČECH, O.: *Poranění vazivového aparátu kolenního kloubu*. Praha: Avicenum, 1986
2. BATES, D.W., & SOLOMON, D. H.: Má tento pacient roztrhnutý meniskus alebo niektorý kolenný väz. *JAMA*, 10 (2), 2002, 149 – 159.
3. ČIHÁK, R. *Anatomie I*. Praha: Grada, 2001.497s. ISBN80-7169-970-5
4. DITMAR, R.: *Instability kolenního kloubu*. Olomouc: Rektorát Univerzity Palckého v Olomouci, 1992. 31s.
5. DVOŘÁK, R.: Některé teoretické poznámky k problematice otevřených a uzavřených biomechanických řetězců. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství*, 1, 2005, s. 12 – 17.
6. DVOŘÁK, R.: Otevřené a uzavřené biomechanické řetězce v kinezioterapeutické praxi. *Rehabilitace a Fyzikální lékařství*, 1,2005,s.18 – 22.
7. DYLEVSKÝ,I.,DRUGA,R.,MRÁZKOVÁ,O. *Funkční anatomie člověka*. Praha: Grada, 2000. 644s. ISBN 80-7169-681-1
8. ESCAMILIA, F. R., FLEISIG, S. G.: Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine & Science in sport & Exercises*, 30 (4), 1998, s. 556 – 569.
9. FERRETTI, A. *Volejbal injuries*. 1. vydání. Roma: F.I.V.B., 1994.137s
10. HALADOVÁ, E. *Výšetřovací metody hybného systému*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1997. 135 s. ISBN 80 – 7013 – 237 – X.
11. HERMACHOVÁ, H. *Funkce, forma, facilitace*. Přednáška, UK FTVS. 2003.
12. HEWWETT, E.T., LINDENFELD, T. N.: The effect of neuromuscular training on incidence of the knee injury in female athletes. A prospective study. *Am. J. Sports Med.*, 9, 1997, s. 699 – 706
13. HEWWETT, E. T.: Neuromuscular and Hormonal Factors associated with Knee injurie in Female Athletes: Strategie for Intervention. *Am. J. Sports Med.*, 29, 2000, s. 313 – 327.
14. HEWETT, E. T.: Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular kontrol of the knee. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. 402, 2002, s.76-94.

15. HEWWETT, E.T., MYER, D. G.: Decrease in neuromuscular kontrol about the knee with maturation in female athletes. *J. Bone Point Surg.*, 86, 2004, 1601 – 1608.
16. HEWWETT, E. T., MYER, D., G.: Biomechanical Measures of Neuromuscular kontrol and Vagus Loadng of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes. *Am. J. Sports Med.*, 33, 2005.
17. HEWWETT, E. T., ZAZULAK, T. B., MYER, D. G.: A rewiew of electromyographic activation levels, timing differences, and increased anterior cruciate ligament injury incidence in female athletes. *British. J. Sports Med.* 39, 2005, s. 347 – 350.
18. HEWWET, E. T, MYER, D.: The effect of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower limb extremity biomechanice. *Am. J. Sports Med.*, 34, 2006, s 445 – 455.
19. HOLME, I., BAHR, R.: Risk factors for sports injurie – a methodological approach. *British Journal of sport medicine*, 2003, č 37, s. 384-392.
20. HONGLUM, A. P.: *Therapeutic exercise for musculoskeletal injuries*. USA: Human kinetics, 2001. ISBN 0 – 7360 – 5136 – 8.
21. HUGHES, G., WATKINSON, J.: A Risk – Factor Model for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Sports Medicine*, 36 (5), 2006, s. 411 – 428.
22. HUSTON, J. L., WOJTYS, M. E.: Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *Am. J. Sport Med.*, 24 (4), 1996, s. 427 - 436
23. JANDA, V. VÁVROVÁ, M. Senzorická stimulace. *Rehabilitacia*, č.3, 1992, s.14-35.
24. KENDAL, P.F. Muscles testing and function with posture and pain. Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins, 1993. ISBN 0 – 683 – 04576 – 8.
25. LEPHART, S. M., PINCIVERO, D. M.: Proprioception of the Ankle and knee. *Am. J. Sport Med.*, 1998, 3, s. 149 – 155.
26. LEWIT, K. *Manipulační léčba*. Praha: Nakladatelství sdělovací technika, 2003. 411s. ISBN 80-86645-04-5
27. LIVINGSTONE, L. A., MANDINO, J. L.: Bilateral within – subject Q angle asymmetry in young adult females and males. *Biomedical science instrumentation*, 33, 1997, 112 – 117.

28. MAGEE, J. D.: *Orthopedic physical assesment*. Phyladelphia: Elsevier science, 2002. ISBN 0 – 7216 – 9352 – 0.
29. MAYER, M., SMÉKAL, D. Měkké struktury kolenního kloubu a poruchy motorické kontroly. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2004, č.4, s 111-117,
30. MYER, D. G.: Neuromuscular training improves performance and lower – extremity biomechanics in female athletes. *J. Strength and conditioning Research*, 19, 2005, s. 51 – 60.
31. PATERNO, V. M., MYER, D. G.: Neuromuscular training improves single – limb stability in young female athletes. *J. Orthopaedic and sports Physical Therapy*, 34, 2004, s. 305 – 316.
32. SCHULTZ, S.: Neuromuscular response charakteristice in Men and Women after knee perturbation in single – leg, weight – bearning stance. *Journal of athletics training*, 36 , 2001, s. 37 – 43.
33. VÉLE, F. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum, 1995
34. VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada, 1997.271s. ISBN 80 – 7169 – 256 – 5
35. VÉLE, F. 2003. *Neurofyzilogie*. Ústní sdělení (přednášky).
36. VÉLE, F. 2004. *Klinická kineziologie*. Ústní sdělení (přednášky).
37. WARDEN, J. S.,: Knee ligament mechanical properties are not infleunced by estrogen or its receptors. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 29, 2005
38. WESTIN- BARBER, D. S., GALLOWAY, M.: Assesment of lower limb neuromuscular kontrol in prepubescent athletes. *Am. J. sport Med.*, 33 (12), 2005, s. 1853 – 1860.
39. WIKSTROM, A. E., TIŁLMAN, D. M.,: Measurement adn Evaluation of Dynamic Joint Stability of the Knee and Ankle After Injury. *Sports Medicine*, 36 (5), 2006, s. 393 – 410.
40. ZAZULAK, T. B., PATERNO, M.: The Effect of the Menstrual Cycle on Anterior Knee Laxicity. *Sports Medicine*, 36 (10), 2006, s. 847 – 862.

X. Přílohy

Seznam příloh:

- ❖ Dotazník
- ❖ Tabulky
- ❖ Informovaný souhlas
- ❖ DVD

Dotazník

Jméno

Věk

Výška / Váha BMI

Post

Odrasová noha

1. Jak dlouho aktivně hraješ volejbal (zaokrouhleno na roky)?

.....

2. Měla jsi někdy nějaké zranění na dolní končetině ?

Pokud ano napiš:

O jaké zranění se jednalo

Kdy to bylo (zaokrouhleno na měsíce, roky).....

Jak dlouho zranění trvalo (zaokrouhleno na týdny)

Jakým způsobem byl úraz léčen (např. sádrový obvaz, ortéza, měkký obvaz) ? (Pozn. U sádrového obvazu uveď , zda šlo o sádku chodící, či nechodící, u ortézy zda umožňovala pohyb daného kloubu či ne. Jakým způsobem si končetinu zatěžovala – plně nebo odlehčení, za pomoci berlí)

.....

Jak dlouho trvala léčba úrazu

Zda byl bezprostředně po úraze užit kelén ?

Přetrvávají i nadále po úraze nějaké obtíže v postiženém místě nebo i jinde?

.....

Používala jsi po úraze při tréninku nějakou ortopedickou pomůcku nebo imobilizační tape?

Pokud ano uveď:

Jakou

Jak dlouho (zaokrouhleno na týdny, měsíce)

Chodila jsi po zranění na rehabilitaci?

Pokud ano uveď:

Jak dlouho

Jaké procedury jsi podstoupila (např. cvičení, elektroléčbu atd.)

.....

Zda měla rehabilitace nějaký efekt

3. Máš nějaké obtíže (např. bolesti zad, kolenou, svalů)?

Pokud ano uveď:

Na jakém místě

Jak dlouho trvají.....

Jak často se objevují.....

Kdy se obtíže objevují (např. po tréninku, po dlouhém stání či sezení)

.....

4. Používáš nyní nějakou ortopedickou pomůcku určenou pro dolní končetinu (např. vložky do bot, gelové podpatěnky, ortézy)

Pokud ano uveď:

Jakou.....

Jak dlouho.....

Napiš důvod jejího používání (např. při jejím používání mě nebolí dříve zraněný kotník, nebo cítím větší jistotu při pohybu atd.)

Tabulky

Tabulka č. 1 Změny v postavení DKK před terapií

	Pronace chodidla	VR kyčelního kloubu	ZR kyčelního kloubu	Rozložení váhy těla na DKK
Obě DKK	3	1		4
LDK		2		
PDK	2	2	2	1

Tabulka č. 2 Změny v postavení DKK po terapii

	Pronace chodidla	VR kyčelního kloubu	ZR kyčelního kloubu	Rozložení váhy těla na DKK
Obě DKK	2			2
LDK				2
PDK	1	2	2	2

Informovaný souhlas

Souhlasím,
s uveřejněním mých osobních údajů, fotografií a videozáznamů
v diplomové práci studentky UK FTVS, oboru fyzioterapie Moniky
Větrovcové.

M. Bláhová
O. Madějová
T. Sedláčková
Nalobková
L. Michalíková